



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (ICADE)

Empresas clásicas con dividendos vs tecnológicas sin dividendos

Autor/a: Ramón García Abascal
Director/a: Pedro Manuel Mirete Ferrer

MADRID | Marzo, 2022

Resumen

En este trabajo se aplicarán tres modelos distintos de valoración financiera: CAPM, tres factores y cinco factores de Fama y French a dos carteras distintas. La primera de ellas formada por empresas del sector clásico que reparten dividendos y la segunda de ellas compuesta por empresas del sector tecnológico que no reparten dividendos. Se estimarán las betas para cada modelo financiero con la finalidad de comparar los rendimientos esperados con los históricos observados para cada activo financiero. Por último, se predecirá mediante los tres modelos los rendimientos esperados para ambas carteras a corto plazo. Se partirá desde el inicio del trabajo de un marco conceptual explicando el funcionamiento y razonamiento de los tres modelos financieros.

Palabras clave: CAPM, tres factores, cinco factores, rendimientos esperados, beta, activo libre de riesgo, modelo financiero.

Abstract

In this paper, three different financial valuation models (CAPM, three factors and five factors of Fama and French) will be applied to two different portfolios. The first one includes companies in the classic sector that pay out dividends and the second one is composed of companies in the technology sector that do not pay out dividends. The betas will be estimated for each financial model in order to compare the expected returns with the historical returns observed for each financial asset. Finally, the expected returns for both portfolios in the short term will be predicted using the three models. A conceptual framework explaining the functioning and reasoning of the three financial models will be introduced from the beginning of the work.

Key words: CAPM, three factors, five factors, expected returns, beta, risk-free asset, financial model.

Índice de contenidos

1. Introducción	6
1.1 Propósito general de la investigación	6
1.2 Justificación del tema	6
1.3 Metodología y estructura	7
2. Métodos de valoración de activos	9
2.1 Marco conceptual	9
2.1.1 Modelo CAPM	9
a) Antecedentes.....	9
b) Hipótesis del modelo CAPM.....	10
c) Implicaciones del modelo CAPM.....	11
a) Eficiencia del modelo respecto a las carteras	11
b) Valoración de activos mediante el modelo CAPM	12
D) Problemática y críticas al modelo CAPM	14
2.1.2 El modelo de Tres Factores de Fama y French	15
2.1.3 El modelo de Cinco Factores de Fama y French	18
3) Aplicación práctica	21
3.1 Datos seleccionados	21
A) Índice S&P 500	21
B) Intervalo temporal.....	22
C) Rendimiento utilizado.....	22
D) Selección de activos para cada cartera	23
E) El activo libre de riesgo	25
3.2 Datos históricos observados	26
3.3 Estimación de los resultados obtenidos mediante el modelo CAPM	30
3.4 Construcción de la “Security Market Line”	34
3.5 Estimación de los resultados obtenidos mediante el modelo de tres factores de Fama y French	40
3.6 Estimación de los resultados obtenidos mediante el modelo de cinco factores de Fama y French	44
4. Parte predictiva: Estimación de los rendimientos a corto plazo	50
5. Conclusiones	55
6. Bibliografía	57
7. Anexo	59

Índice de tablas

Tabla 1: Construcción carteras modelo de tres factores	17
Tabla 2: Construcción carteras 2x2 Size-B/M, Size-OP and Size-Inv modelo de cinco factores.....	19
Tabla 3: Cartera formada por las empresas de sectores clásicos que reparten dividendo	24
Tabla 4: Cartera formada por las empresas tecnológicas que no reparten dividendos	25
Tabla 5: Rendimientos observados y desviación típica de ambas carteras	27
Tabla 6: Rendimiento del índice S&P 500 entre 2015-2021	30
Tabla 7: Beta del modelo CAPM y R ² ajustado	32
Tabla 8: Beta y rendimiento anual promedio calculado mediante el modelo CAPM para ambas carteras.....	34
Tabla 9: Betas del modelo de tres factores y comparación del R ² ajustado de ambas carteras	41
Tabla 10: Betas del modelo de cinco factores y comparación del R ² ajustado de los tres modelos para ambas carteras	45
Tabla 11: Predicción de los rendimientos de ambas carteras	52

Índice de gráficos

Gráfico 1: Expectativas de retorno incluyendo el activo libre de riesgo	10
Gráfico 2: Posibilidades de inversión y frontera eficiente	11
Gráfico 3: Rendimientos cartera sector tecnológico COVID.....	29
Gráfico 4: Rendimientos cartera sector clásico COVID	29
Gráfico 5: Recta SML.....	35
Gráfico 6: Betas calculadas y rendimiento observado para cada activo en la recta SML	36
Gráfico 7: Comparación rendimiento histórico con rendimientos esperados calculados por el modelo CAPM para la cartera 1	38

Gráfico 8: Comparación rendimiento histórico con rendimientos esperados calculados por el modelo CAPM para la cartera 2	39
Gráfico 9: Comparación rentabilidad histórica con la rentabilidad esperada calculada mediante el modelo de 3 factores de Fama y French para la cartera 1	43
Gráfico 10: Comparación rentabilidad histórica con rentabilidad esperada calculada mediante el modelo de 3 factores para la cartera 2.....	43
Gráfico 11: Comparación rendimientos históricos con rendimientos esperados calculados por el modelo de 5 factores de Fama y French para la cartera 1	47
Gráfico 12: Comparación rendimientos históricos con rendimientos esperados calculados por el modelo de 5 factores de Fama y French para la cartera 2	48
Gráfico 13: Comparación rendimientos predictivos de los modelos CAPM, tres factores y cinco factores de Fama y French para la cartera 1	53
Gráfico 14: Comparación rendimientos predictivos de los modelos CAPM, tres factores y cinco factores de Fama y French para la cartera 2	54

1. Introducción

1.1 Propósito general de la investigación

El propósito de este trabajo será analizar mediante métodos de valoración financiera los rendimientos de activos incluidos y seleccionados entre el SP500. Para realizar dicha selección se elegirán dos portafolios con características distintas, en el primero se encontrarán activos de sectores clásicos (industriales, consumo) y que reparten dividendos, mientras que en el segundo se incluirán activos del sector tecnológico y que no reparten dividendos. El objetivo será doble, por un lado, se desarrollará un análisis explicativo de los rendimientos de ambos basándonos en los modelos financieros para explicarlo, y por otro lado trataremos de predecir mediante los modelos financieros el comportamiento de dichos portafolios para el futuro a corto plazo.

Otro objetivo será analizar que método de valoración aplicado a dichos portafolios tiene menor error respecto de las rentabilidades históricas observadas, así como que modelo explica con mayor precisión la realidad observada.

1.2 Justificación del tema

Desde el punto de vista de un inversor hay una duda muy común a la hora de invertir su patrimonio, ¿Es más rentable invertir en empresas que reparten dividendo, así voy recuperando mi inversión, o por otro lado es más apetitoso invertir en empresas tecnológicas? Estas preguntas están muy presentes y más aún con el boom del sector tecnológico en estos años. El mundo tecnológico va a ser un elemento muy importante para el futuro, de hecho, ya se está viendo con la realidad virtual, coches eléctricos, robots, etc.

Por otro lado, están las empresas que son de un sector clásico y que no tendrán, a priori un crecimiento tan grande como la tecnología, pero que reparten dividendos, de manera que la inversión realizada se recupera a medida que pasen los años. Hay muchos inversores que

realizan este tipo de estrategia de inversión, por ejemplo, muchos fondos de inversiones o inversores que viven de los dividendos como si se tratase de una pensión.

Este trabajo tratará un tema de actualidad que será analizado desde una perspectiva financiera aplicando los distintos métodos de valoración de activos más recientes, como son los modelos de tres y cinco factores de Fama y French. De esta manera se observará y analizará que factores son más influyentes en el rendimiento de los activos de ambas carteras.

1.3 Metodología y estructura

El trabajo tiene dos planos distintos, por un lado, una parte explicativa, analizando datos históricos a partir de la construcción de modelos de CAPM, 3 factores y 5 factores de Fama y French, y otra predictiva, basándonos en los modelos mencionados para realizar una estimación aproximada sobre los rendimientos en el corto plazo de ambas carteras.

Por lo tanto, el trabajo tendrá una estructura dividida en tres partes. En primer lugar, una parte teórica para explicar el funcionamiento de los distintos modelos de valoración financiera, así como los elementos clave (beta, el riesgo sistemático, la recta SML) para poder entender como se aplican dichos modelos. En segundo lugar, una parte práctica de los modelos aplicados a las dos carteras, clásicas con dividendos y tecnológicas sin dividendos. En esta parte se recogerán los rendimientos históricos mensuales de las distintas empresas para el período de estudio, que irá desde el 1 de enero de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2021. Dichos rendimientos, así como los del índice S&P 500 serán obtenidos de Yahoo finance, mientras que los datos del rendimiento del activo libre de riesgo se obtendrán de “*Ibbotson and Associates*” y los datos de las variables necesarias para los modelos de Fama y French se obtendrán de la página web de Kenneth French¹. Una vez recopilados todos los datos necesarios, se analizarán mediante Excel para poder estimar las betas y determinar el grado de explicativo del modelo, además se comparará el rendimiento histórico observado

¹ Página web de Kenneth French:

https://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html

con el rendimiento esperado calculado por los distintos modelos. Finalmente, se tratará de predecir los rendimientos futuros de las dos carteras mediante los modelos vistos anteriormente, para ello tendremos que realizar unas estimaciones o previsiones de las distintas variables. El intervalo de tiempo para el cual se realizarán las predicciones mediante los tres modelos de valoración será de un año, ya que las previsiones que se realizarían a largo plazo serían menos inexactas y sobretodo teniendo en cuenta el panorama económico, político y social actual provocado por la guerra entre Ucrania y Rusia.

2. Métodos de valoración de activos

2.1 Marco conceptual

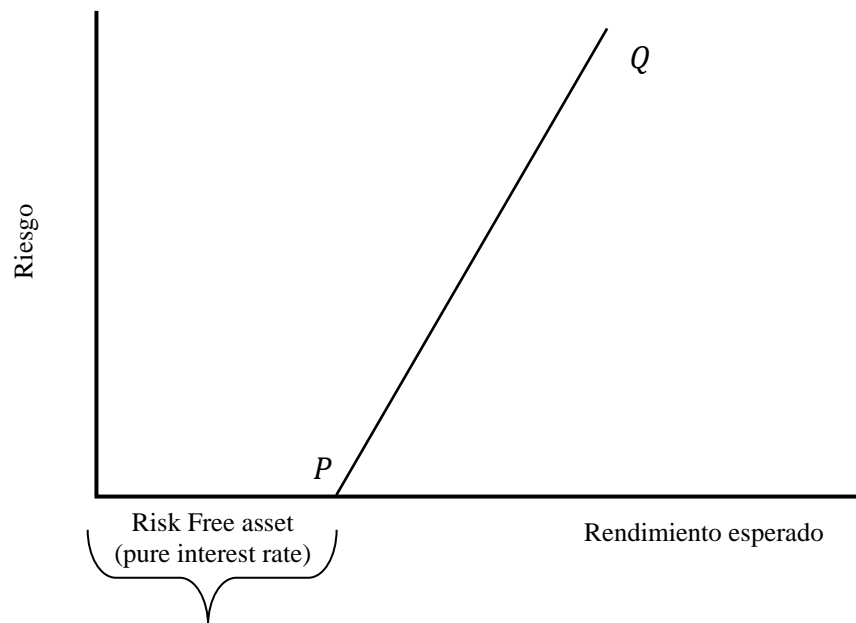
2.1.1 Modelo CAPM

a) Antecedentes

El modelo CAPM parte de la base del modelo de teoría de carteras desarrollado por Harry Markowitz in 1959. La teoría se fundamenta en dos pilares básicos que son: 1) minimizar la varianza de los retornos de una cartera, sabiendo los retornos esperados y 2) maximizar los retornos sabiendo la varianza. Básicamente la teoría de carteras de Markowitz se fundamenta en la media de los retornos y en la varianza, que la utiliza para medir el riesgo de los activos. Establece que, para conseguir una cartera eficiente, el inversor debe minimizar el riesgo, es decir, la varianza mientras que debe maximizar la rentabilidad. También esta teoría dependerá de la aversión al riesgo por parte del inversor, ya que para cada nivel de riesgo se exigirá una rentabilidad determinada. Markowitz al establecer esta teoría incluye un concepto muy importante en las carteras, la diversificación. Markowitz afirma que la selección de una combinación de un número de activos concretos reduce el riesgo de dicha inversión, lo que supondría que la cartera fuese más eficiente. (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 2004)

James Tobin en "Liquidity Preference as Behavior Towards Risk" dijo que bajo ciertas condiciones el modelo de Markowitz implica que el proceso de selección de carteras puede dividirse en dos fases: la primera la selección de una combinación óptima de activos de riesgo y luego una segunda fase en la que se decida la proporción de los fondos que se invierten en dicha combinación y la que se invierte en un solo activo libre de riesgo, como se puede observar en el gráfico 1. (James Tobin, 1958)

Gráfico 1: Expectativas de retorno incluyendo el activo libre de riesgo



Fuente: Elaboración propia basada William Sharpe (1964)

La implicación de Tobin y del modelo de CAPM se puede observar perfectamente en el gráfico 1 ya que, si nosotros solo invertimos en un activo libre de riesgo, el riesgo será nulo mientras que tendremos un rendimiento esperado en el punto P. Mientras que, si invertimos parte en un activo libre de riesgo y otra parte en una cartera de activos seleccionados con más riesgo, lo que obtenemos es un punto Q en el cual hay mayor rendimiento esperado, pero el riesgo es mayor en comparación con el punto P. Más adelante se analizará como sería un gráfico teniendo en cuenta riesgo y rentabilidad para una cartera compuesta únicamente por activos con riesgo. (James Tobin, 1958)

b) Hipótesis del modelo CAPM

Las principales hipótesis asumidas por los autores del modelo CAPM fueron las siguientes (William F. Sharpe, 1964):

- Como estamos en un mercado perfecto, se asume que no existen los costes de transacción, así como los efectos de los impuestos.

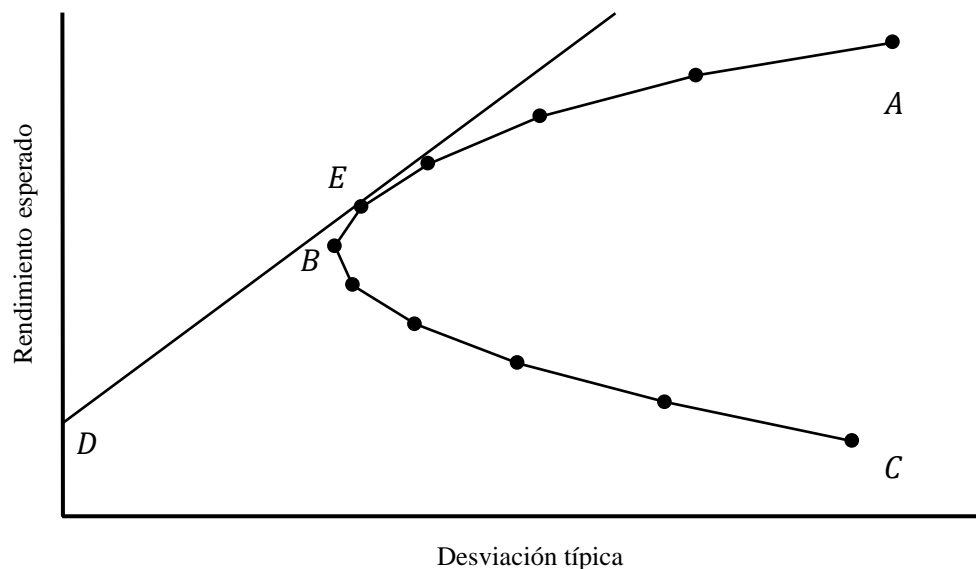
- Todos los inversores pueden prestar y pedir prestado a la misma tasa de riesgo libre.
- Todos los inversores tienen la misma información disponible y poseen las mismas expectativas de la distribución de los retornos.
- Todos los inversores son racionales y adversos al riesgo e intentarán maximizar el beneficio asumiendo el menor riesgo posible.
- Los títulos serán siempre divisibles.

c) Implicaciones del modelo CAPM

a) Eficiencia del modelo respecto a las carteras

El modelo desarrollado por Sharpe y Lintner explica de cierta forma la frontera eficiente y las posibilidades de inversión teniendo en cuenta la rentabilidad esperada y el riesgo. La forma más fácil de entender la frontera eficiente es mediante el siguiente gráfico:

Gráfico 2: Posibilidades de inversión y frontera eficiente



Fuente: Elaboración propia basado en Fama y French (2004)

El eje X nos indica el riesgo, medido mediante la desviación típica de la cartera seleccionada, y en el eje Y se encuentra la rentabilidad esperada para dicha cartera. La curva que obtenemos de los puntos ABC es lo que se llama la frontera de mínima varianza, y sale de la combinación de rendimientos esperados con la desviación típica de activos de riesgo de tal forma que minimizan el riesgo de dicha cartera para los diferentes niveles de retorno. En este caso, como se puede observar, no se tiene en cuenta ningún tipo de activo libre de riesgo, sino que la cartera estará compuesta completamente por activos con riesgo. (William F. Sharpe, 1964)

Podemos observar como para el punto A, se obtendría un rendimiento alto pero el riesgo que se asumiría por parte del inversor sería también alto. Mientras que en el punto B, el rendimiento esperado sería menor, pero a cambio el riesgo soportado sería el menor posible, por lo tanto, sería la cartera con la mínima varianza. Desde el punto de vista de un inversor, lo que se quiere es maximizar la rentabilidad teniendo el menor riesgo posible, por lo que observando el gráfico sería cualquier punto de la curva ABC pero que esté por encima del punto B. En dicha línea se encontrarán las carteras eficientes, ya que maximizan los rendimientos esperados teniendo en cuenta dichas varianzas. (William F. Sharpe, 1964)

En el caso en el que un inversor decida añadir un activo libre de riesgo a la cartera invertida lo que ocurrirá será que la frontera eficiente se convertirá en una línea tal y como vimos en el gráfico 1. Por lo tanto, si invirtiésemos todo el dinero en un activo seguro libre de riesgo, el punto que obtendríamos en la gráfica 2 sería D. Si lo que queremos es obtener las carteras eficientes incluyendo el activo libre de riesgo se obtendrá mediante la línea, llamada Capital Market Line (CML) que parte desde D y que sea tangente a la frontera eficiente de activos con riesgo, es decir el punto E. (William F. Sharpe, 1964)

b) Valoración de activos mediante el modelo CAPM

Hasta ahora se ha estado analizando el rendimiento esperado de una cartera en relación con el riesgo de los activos incluidos en ella, pero la fórmula más conocida del modelo CAPM

es la de valorar el rendimiento de los activos de forma individual y no como un conjunto en forma de una cartera. Por tanto, si la cartera del mercado (M) es eficiente entonces el rendimiento de un activo individual se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$E(r_i) = R_f + [E(R_m) - R_f] \cdot \beta_{iM}, i = 1, \dots, N$$

Es una de las fórmulas más famosas que existen en valoración de activos, donde $E(r_i)$ es el rendimiento esperado del activo, R_f es el rendimiento del activo libre de riesgo, $E(R_m)$ es el rendimiento esperado del mercado, $[E(R_m) - R_f]$ se conoce como la prima de riesgo del mercado y por último está β_{iM} que es el riesgo no diversificable en relación con el mercado. A su vez, la fórmula para calcular β_{iM} es la siguiente:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)}$$

La variable Beta mide el riesgo sistemático de un activo o de una cartera, pero lo que mide el riesgo total es la volatilidad (incluyendo el riesgo no sistemático). El riesgo no sistemático se puede eliminar formando una cartera diversificada de activos, pero el riesgo sistemático no. El riesgo sistemático afecta a todas las empresas por igual, ya que todas las empresas son condicionadas por factores económicos tales como tasas de interés, inflación, acontecimientos como guerras o epidemias, etc... y dichas condiciones afectan al mercado, dando igual lo diversificada que una cartera esté. Por lo tanto, desde el punto de vista del inversor que diversifica una cartera de forma que evite el riesgo sistemático, su única preocupación será el mercado, el riesgo no sistemático. Para medir el riesgo sistemático, es decir, la sensibilidad de un activo concreto con respecto al mercado utilizaríamos la fórmula anterior. La forma de interpretar el valor de beta es el siguiente: si dicho valor es mayor que 1 significa que el activo es muy sensible a los movimientos del mercado, mientras que si el valor es menor que 1 significará lo contrario. En el caso de que la beta tenga valor negativo, el rendimiento del activo será inverso al movimiento del mercado. Para calcular la beta de

una cartera lo que se hace es una ponderación de cada beta según la capitalización de cada empresa respecto del valor total de la cartera (Pablo Fernández, 2019):

$$B_c = \frac{Cap_i}{Cap_{total}} \cdot \beta_i + \dots + \frac{Cap_n}{Cap_{total}} \cdot \beta_n$$

D) Problemática y críticas al modelo CAPM

El modelo CAPM es un modelo de valoración de activos que tiene problemas a la hora de aplicarse, así como una serie de críticas sobre la precisión de dicho modelo.

Uno de los principales problemas a la hora de aplicar el modelo es con relación a que activo libre de riesgo se ha de usar. Hay un consenso general de que el activo libre de riesgo por excelencia son los bonos de tesorería de países económicamente fuertes, como Estados Unidos o Alemania, debido a que el riesgo de quiebra o impago es mínimo, pero el problema se encuentra en el vencimiento de dicho activo. Hay tres tipos de activo según el vencimiento: letras del tesoro, aquellas que tienen un vencimiento entre 3 y 18 meses, bonos del estado, cuyo vencimiento es superior a 18 meses, pero inferior a 10 años y, por último, obligaciones del estado, que tienen vencimientos iguales o superiores a los 10 años. Hay diversas opiniones sobre el vencimiento que debe utilizarse para aplicar el modelo, que dependerá en mayor medida sobre el horizonte temporal de dicha inversión. Sin embargo, nosotros en este trabajo se ha escogido el “Treasury bill” con vencimiento a un mes, tal y como hacen Eugene Fama y Kenneth French en sus estudios y papers. (Filip Czerwinski, 2014)

La elección del activo libre de riesgo influirá además en la prima de riesgo, ya que, a mayor rendimiento del activo de riesgo, que serán aquellos activos con mayor duración, menor prima de riesgo. (Brealey, Myers & Allen, 2011, Van Horne, 2002; Reilly & Brown, 2012)

Las mayores críticas vienen a raíz de si las betas de mercado explican completamente los rendimientos de los activos. La mayor crítica fue llevada a cabo por Eugene Fama y Kenneth French en 1993, en un estudio que tenía como propósito confirmar si la beta era tan explicativa como decía Sharpe y Lintner. Dicho estudio se centro en el mercado de Estados Unidos en el período entre 1963 y 1990, en el que observaron que la beta no incluye todos los factores de riesgo sistemáticos que influyen en el rendimiento de los activos. Algunos de estos factores eran el tamaño de capitalización de las empresas o la relación del valor contable con el valor de mercado de las acciones, que posteriormente incluyeron en su propio modelo, el de tres factores que veremos a continuación (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 1993)

2.1.2 El modelo de Tres Factores de Fama y French

El modelo de Tres Factores fue elaborado por Eugene Fama y Kenneth French en 1992, completando el modelo de *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) desarrollado por Sharpe y Lintner. Como comentamos anteriormente, Fama y French llevaron un estudio del mercado de acciones estadounidense entre los años 1963 y 1990 con el objetivo de observar si la beta de mercado era la variable más determinante en el rendimiento de un activo.

Hay una corriente desde los años 70s de trabajos que ponen en tela de juicio el modelo CAPM, demostrando que gran parte de la variación de la rentabilidad esperada no está explicada por la beta del mercado. El primero de ellos es Basu (1977) que afirmó que cuando las acciones se clasifican en función de la relación beneficios-precio, los rendimientos futuros de las acciones de alta P/E (Price-to-earnings) son mayores que los predichos por el CAPM. Más tarde, Banz (1981) observa un efecto del tamaño: cuando las acciones se clasifican en función de la capitalización del mercado (precio por acciones en circulación), los rendimientos medios de las acciones pequeñas son superiores a los predichos por el CAPM. Además, Bhandari (1988) descubre que los altos ratios de deuda-capital (valor contable de la deuda sobre el valor de mercado de las acciones), que es una medida de apalancamiento, están asociados a rendimientos demasiado altos en relación con sus betas de mercado. Por

último, Statman (1980) y Rosenberg, Reid y Lanstein (1985) realizaron un estudio en el que las acciones con una elevada relación entre el valor contable y el valor de mercado (B/M) tienen unos rendimientos medios elevados que no se reflejan en sus betas. (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 2004)

Hay claramente fuertes contradicciones entre los estudios mencionados y el CAPM, ya que los ratios que implican los precios de las acciones tienen información sobre los rendimientos esperados que las betas del mercado no captan. Fama y French se basaron en dichos ratios para exponer la deficiencia del modelo de fijación de precios de los activos CAPM. (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 2004)

Fama y French en su estudio de 1993 y 1996 añaden dos nuevas variables a la hora de calcular los rendimientos esperados de cualquier activo, que son llamados con el nombre de SMB (*Small minus Big*) y HML (*High minus Low*).

Por lo tanto, el modelo de Tres Factores incluye como variables que afectan a la rentabilidad de un activo la capitalización y el ratio *Book-to-Market*. La variable SMB es la que incluye la capitalización y supone que las empresas que tienen una gran capitalización bursátil tendrán menor rendimiento al tener menos riesgo inherente, mientras que, en empresas con menor capitalización bursátil, el rendimiento esperado será mayor al haber mayor riesgo. A esta condición se le llama *Size Premium*, conocida como la prima en el rendimiento de las empresas con menor capitalización sobre las de mayor capitalización. (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 1993)

En el caso de HML, la variable indica el ratio *Book-to-Market*, lo que implica que las empresas que tengan un mayor ratio *Book-to-Market* deberían tener mayor rendimiento esperado, ya que se trata de empresas con un valor ya asentado mientras que empresas con un menor ratio *Book-to-Market* son empresas más inestables y generalmente en crecimiento y por tanto el rendimiento debería de ser menor. Esta condición determinada por la ratio

Book-to-Market se le conoce como *Value Premium*. (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 1993)

La forma que utilizaron para calcular ambas variables fue la siguiente: dividir las empresas del mercado estadounidense en dos grupos según la capitalización: empresas de gran capitalización y empresas de pequeña capitalización. Por otro lado, dividieron las empresas en tres grupos según el ratio *Book-to-Market*, quedando empresas de bajo *Book-to-Market* (30% de las empresas), medio *Book-to-Market* (40% de las empresas) y alto *Book-to-Market* (30% de las empresas). (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 1993)

Una vez obtenidas ambas divisiones según capitalización y ratio *Book-to-Market*, elaboraron seis carteras incluyendo ambas variables, resultando en lo siguiente:

Tabla 1: Construcción carteras modelo de tres factores

		Size	
		Small	Big
<i>Book to market</i>	Growth	SG	BG
	Neutral	SN	BN
	Value	SV	BV

Fuente: Elaboración propia basada en Fama y French (1996)

- Small growth (SG): bajo ratio *Book-to-Market*, pequeña capitalización.
- Small neutral (SN): medio ratio de *Book-to-Market*, pequeña capitalización.
- Small value (SV): alto ratio *Book-to-Market*, pequeña capitalización.
- Big growth (BG): bajo ratio *Book-to-Market*, gran capitalización.
- Big neutral (BN): medio ratio *Book-to-Market*, gran capitalización.
- Big value (BV): alto ratio *Book-to-Market*, gran capitalización.

El siguiente paso fue calcular las rentabilidades de cada cartera ponderando de la misma manera cada empresa de las distintas carteras, para poder calcular las variables SMB y HML mediante las siguientes expresiones:

$$SMB = \frac{1}{3}(Small\ value + Small\ neutral + Small\ growth) - \frac{1}{3}(Big\ value + Big\ neutral + Big\ growth)$$

$$HML = \frac{1}{2}(Small\ value + Big\ value) - \frac{1}{2}(Small\ growth + Big\ growth)$$

Por lo tanto, una vez obtenidas las variables SMB y HML, la forma de calcular el rendimiento esperado de un activo basado en el modelo de Tres Factores de Fama y French es el siguiente:

$$E(R_i) = R_f + \beta_{iM} \cdot [E(R_m) - R_f] + \beta_{SMB} \cdot E(SMB) + \beta_{HML} \cdot E(HML)$$

2.1.3 El modelo de Cinco Factores de Fama y French

Después del modelo de tres factores muchos investigadores intentaron estudiar y analizar si había algún otro factor que explicase el rendimiento de los activos, Novy-Marx (2013), Titman, Wei and Xie (2004) observaron como en el modelo de tres factores era incompleto a la hora de explicar los rendimientos de los activos, ya que no recogían por ningún lado los efectos de inversión y beneficio. En 2014 Eugene Fama y Kenneth French realizaron un estudio introduciendo los dos nuevos factores de inversión y beneficio, para ello, utilizaron diferentes ordenamientos para la construcción de factores (2x2,2x3 y 2x2x2x2), bajo seis sets de matrices de portafolios (25 Size-B/M, 25 Size-OP, 25 Size-Inv, 32 Size-B/M-OP, 32 Size-B/M-Inv, 32 Size-OP-Inv), testeando 7 modelos de valoración de activos: (i) tres modelos de 3-factores que combinan PRM y SMB con HML, RMW, o CMA; (ii) 3 modelos de 4 factores que combinan PRM, SMB, y pares de HML, RMW, and CMA; y (iii) el modelos de 5-factores. (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 2014)

En el estudio que realizaron observaron como para el período de estudio (1963-203) el modelo de cinco factores no mejoraba el de cuatro factores excluyendo el factor HML, ya que los factores de inversión y beneficio capturaban el propio efecto de la variable HML. En la conclusión del estudio, Fama y French establecen que la mejor versión de factores es la de 2x2 *Size-B/M*, *Size-OP* and *Size-Inv*. Por lo tanto, para calcular las variables del modelo de cinco factores de acuerdo con la matriz 2x2 *Size-B/M*, *Size-OP* and *Size-Inv* se construyen 12 portafolios (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 2014):

Tabla 2: Construcción carteras 2x2 *Size-B/M*, *Size-OP* and *Size-Inv* modelo de cinco factores

		Size	
		Small	Big
Book-to-market	High	SH	BH
	Low	SL	BL
Operating profit	Robust	SR	BR
	Weak	SW	BW
Investing	Agressive	SA	BA
	Conservative	SC	BC

Fuente: Elaboración propia basada en Fama y French (2014)

El siguiente paso fue calcular las rentabilidades de cada cartera ponderando de la misma manera cada empresa de las distintas carteras, para poder calcular las variables SMB, HML, RMW y CMA mediante las siguientes fórmulas:

$$SMB = \frac{(SH + SL + SR + SW + SC + SA)}{6} - \frac{(BH + BL + BR + BW + BC + BA)}{6}$$

$$HML = \frac{(SH + BH)}{2} - \frac{(SL + BL)}{2}$$

$$RMW = \frac{(SR + BR)}{2} - \frac{(SW + BW)}{2}$$

$$CMA = \frac{(SC + BC)}{2} - \frac{(SA + BA)}{2}$$

Hay que recordar, que para este trabajo no necesitaremos calcular las variables de los cinco factores, ya que están ya calculadas por Kenneth French en su página web. Una vez obtenidas las variables de cada factor, se pondrá en práctica el modelo de cinco factores, cuya fórmula es la siguiente:

$$E(R_i) = R_f + \beta_{iM} \cdot [E(R_m) - R_f] + \beta_{SMB} \cdot E(SMB) + \beta_{HML} \cdot E(HML) + \beta_{RMW} \cdot E(RMW) + \beta_{CMA} \cdot E(CMA)$$

3) Aplicación práctica

Una vez explicados los tres modelos de manera teórica, se llevarán los modelos a la práctica para poder analizar los rendimientos de los activos objeto de estudio de este trabajo. Por lo tanto, primero se analizarán los activos seleccionados, distinguiendo entre empresas de sector clásico que reparten dividendos y empresas del sector tecnológico que no reparten dividendos. Además, también se verá como obtener los datos necesarios para calcular dichos rendimientos, así como el intervalo temporal utilizado, el activo de riesgo seleccionado y por último los datos necesarios del índice del mercado en cuestión.

3.1 Datos seleccionados

Hay que mencionar que los datos para el rendimiento de mercado y el rendimiento de los activos se obtendrán de *investing*, mientras que el rendimiento del activo libre de riesgo se obtendrá de “*Ibbotson and Associates*” y los datos para las variables de Fama y French de la página web de Kenneth French.

A) Índice S&P 500

El S&P 500, Standard & Poor`s, es un reconocido benchmark para las acciones de alta capitalización en Estados Unidos y es ampliamente mencionado como el barómetro del desempeño de las acciones del país norteamericano. El S&P 500 es una representación del mercado de EE. UU., está compuesto por 500 empresas y representa alrededor del 80%-85% del mercado de capitales del país. El valor del índice se calcula mediante la media ponderada de la capitalización bursátil de los activos que componen dicho índice. (S&P 500, 2018)

Por lo tanto, los activos objeto de estudio serán componentes de dicho índice divididos en dos categorías:

1. Empresas de sectores clásicos que reparten dividendos (Cartera 1)
2. Empresas de corte tecnológico que no reparten dividendos (Cartera 2)

La información que se obtendrá de este índice será el rendimiento para el período de estudio que veremos a continuación en el siguiente apartado.

B) Intervalo temporal

Se ha decidido coger un intervalo amplio de forma que los resultados obtenidos sean los suficientes como para que el modelo funcione de la mejor manera posible. Cabe la posibilidad en el caso de utilizar un período de tiempo corto a analizar, que, por situaciones económicas globales, los distintos modelos no se ajusten o que los resultados que se obtengan sean excepcionales, es por ello, por lo que el intervalo de tiempo utilizado es de 7 años, empezando el 1 de enero de 2015 y finalizando el 31 de diciembre de 2021.

Por otro lado, el intervalo de medición a la hora de recopilar los datos (los rendimientos de los activos, el activo libre de riesgo, el rendimiento del índice y las variables de Fama y French) será mensual debido a que es un tamaño muestral aceptable, siendo 84 observaciones para cada activo. Si se hubiese elegido un intervalo diario, el número de observaciones aumentaría considerablemente en torno a las 1.000 observaciones, teniendo en cuenta que hay unos 10-12 días festivos en Estados Unidos y que tanto sábado como domingo la bolsa está cerrada. Esto sería muy complejo teniendo en cuenta que cada porfolio está compuesto por 25 acciones.

C) Rendimiento utilizado

El rendimiento que se utilizará es el ordinario, el cual se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$R_{(t-1,t)} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

En donde el rendimiento del intervalo de tiempo entre $t - 1$ y t viene dado por la diferencia entre el precio en el momento final, t , menos el precio al principio del intervalo, $t - 1$, dividido entre el precio al principio, $t - 1$.

Una de las principales razones de la utilización de rendimientos ordinarios es por que es mucho más sencillo a la hora de calcular el rendimiento medio de una cartera, ya que se puede hacer mediante la media ponderada de los activos incluidos en dicha cartera.

D) Selección de activos para cada cartera

El objetivo del trabajo es comparar los rendimientos obtenidos por empresas de sector clásico que reparten dividendos con empresas del sector tecnológico que no reparten dividendos. Por lo tanto, elaboraremos dos portafolios con 25 empresas que cumplan dichas condiciones para cada uno de ellos. Todas las empresas seleccionadas tienen que cumplir con un requisito adicional, ser constituyentes del S&P 500. Las empresas que están dentro del primer portafolio son las que aparecen en la siguiente tabla junto con el sector al que pertenecen:

Tabla 3: Cartera formada por las empresas de sectores clásicos que reparten dividendo

Compañía	Sector
Starbucks	Alimentación
Bank of America	Financiero
Chevron	Energía
Citigroup	Financiero
Coca cola	Alimentación
Colgate	Consumo
Costco	Alimentación
CVS	Salud
Dover	Industrial
Exelon	Energía
Exxon	Energía
FedEx	Transporte
Ford	Industrial
Gap	Consumo
General Electric	Industrial
Goldman Sachs	Financiero
Walmart	Alimentación
Nike	Consumo
Pepsi	Alimentación
Kellog	Alimentación
Kinder Morgan	Energía
Kraft	Alimentación
Mc Donalds	Alimentación
P&G	Consumo
Phillip Morris	Consumo
JP Morgan	Financiero
Mondelez	Alimentación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Cartera formada por las empresas tecnológicas que no reparten dividendos

Compañía	Sector
Tesla	Industrial tecnológico
Biogen	Biotecnología
Walt Disney	Entretenimiento
TripAdvisor	Servicio tecnológico
Adobe	Servicio tecnológico
Alphabet	Servicio tecnológico
Amazon	Consumo tecnológico
AMD	IT
Booking	Servicio tecnológico
DXC Tehcnology	IT
Expedia	Servicio tecnológico
F5 Networks	IT
Meta	Entretenimiento
Netflix	Entretenimiento
PayPal	Servicio tecnológico
Qorvo	IT
Regeneron Pharma	Biotecnología
Salesforce	IT
Synopsys	IT
Twitter	Entretenimiento
ANSYS	IT
Arista Networks	IT
Autodesk	IT
Keysight technologies	Industrial tecnológico
Verisign	IT
Zebra technologies	IT
ServiceNow	IT

Fuente: Elaboración propia

E) El activo libre de riesgo

Para poder aplicar el modelo CAPM a los activos seleccionados y así poder obtener los resultados necesarios para nuestro trabajo, se necesitará seleccionar un activo libre de riesgo. Se puede definir el activo libre de riesgo como el activo del cual conocemos con certeza cuál será su rendimiento, por lo tanto, la varianza o desviación típica, medidores habituales del riesgo financiero será igual a cero.

Los bonos del estado o letras del tesoro son los activos libres de riesgo por excelencia, ya que son activos que no cambia su rentabilidad, tiene una variación mínima de mercado y, por último, el estado, que es el emisor del bono, tiene mucha solvencia. Por lo tanto, en la parte práctica de nuestro trabajo se usará el rendimiento de la letra del tesoro de Estados Unidos como medida de tasa libre de riesgo. Sin embargo, hay muchos activos libres de riesgo emitidos por Estados Unidos que van desde el vencimiento a un mes hasta bonos con vencimiento a 30 años. Obviamente, cuanto mayor vencimiento tiene, el rendimiento será a su vez mayor debido a que se tarda más tiempo en recibir el pago total y por que tiene más riesgo de verse afectado por los tipos de interés.

Un estudio realizado en 2011 por Sandip Mukherji de la Universidad de Howard desvela que los “Treasury bills” son mejores activos libres de riesgo que los bonos del estado de Estados Unidos a largo plazo independientemente del horizonte de inversión. Es por ello por lo que en nuestro trabajo se utilizará el rendimiento del “*Treasury bill*” con vencimiento a un mes, a pesar de que muchos inversores utilizan el bono de Estados Unidos con vencimiento a 10 años. Hay que mencionar que Fama y French también utilizan el rendimiento de la letra de tesoro a un mes, como veremos más adelante al aplicar su modelo.

3.2 Datos históricos observados

Antes de comenzar a analizar los resultados obtenidos, hay que recordar que hay 84 observaciones para cada uno de los activos descritos en la tabla 1 y 2, así como para el “*Treasury bill*” con vencimiento a un mes y el S&P 500. Los resultados obtenidos para cada porfolio en el intervalo de 2015 a 2021 son los siguientes:

Tabla 5: Rendimientos observados y desviación típica de ambas carteras

Cartera	Rendimiento mensual observado	Rendimiento anualizado observado	Desviación típica mensual
Empresas clásicas	0,69%	8,94%	6,98%
Empresas tecnológicas	2,25%	32,08%	9,90%

Fuente: Elaboración propia

La cartera formada por las empresas de sectores clásicos que no reparten dividendo tiene unos rendimientos anualizados para el período analizado de cerca del 9% y una desviación típica de casi el 7%. El hecho de que los rendimientos de esta cartera no hayan podido superar al rendimiento del índice, S&P 500, cercano al 14%, indica que empresas de sector clásico no han sido las que hayan llevado al índice a tal rendimiento, sino que han sido otras empresas como las tecnológicas tal y como se verá a continuación. Además, la pandemia en 2020 afectó de mayor manera a empresas de sectores clásicos, que no sólo no tenían beneficios durante la pandemia, sino que también tenían unas fuertes pérdidas. En la cartera destacan por su buen rendimiento (tabla 1 del anexo) CostCo, Nike y Dover, mientras que Kinder Morgan, General Electric, Kraft y Exxon Mobil precisamente, por lo contrario. No es casualidad que Kinder Morgan, Exxon Mobil y General Electric tengan rendimientos anualizados negativos para el período de estudio. Kinder Morgan es una empresa de infraestructura energética que posee y controla oleoductos, gasoductos y terminales, Exxon Mobil es una empresa petrolera y General Electric es un conglomerado cuyas principales actividades son: la aviación, la energía y el cuidado de la salud. El sector de actividad que más se vio influenciado por la pandemia fue el de la aviación y las petroleras, ya que al estar todos los países en cuarentena no había vuelos diarios o los que había eran muy escasos y por lo tanto no había demanda de petróleo. En cuanto a la desviación típica, que es un medidor del riesgo de los activos, se observa como P&G y Pepsi tienen exactamente la misma (4,43%), notablemente más baja que GAP (13,57%) que es el activo con mayor riesgo dentro de esta cartera de acciones.

Para la cartera 2, se puede ver como la media de rendimiento mensual observado es muy alta, alcanzando un 2,25%, mientras que, si anualizamos los rendimientos de los 27 activos tecnológicos, la media es de 32,08%, muy superior a los activos del porfolio 1. Sin embargo, podemos observar que el riesgo de estos activos es muy superior, ya que la media de la desviación típica es de 9,90%. Como se puede observar en la tabla 2 del anexo, el único activo que tiene rendimiento ligeramente negativo es TripAdvisor y justo en el otro extremo está AMD con un rendimiento anualizado superior al 100%, que cuenta con la segunda desviación típica más alta (16,35%), siendo Tesla la empresa con mayor desviación (17,60%).

Ahora bien, la desviación típica está muy marcada por la pandemia del Covid-19 lo que provocó una caída en picado en el mes de marzo de 2020 y posteriormente una recuperación a niveles pre-Covid casi instantánea, alcanzando muchas empresas tecnológicas máximos históricos en verano de 2020. Esta recuperación de los activos en las bolsas fue mucho mayor en activos tecnológicos como se puede observar por los rendimientos, y esto se debe al atractivo de empresas que a pesar del Covid-19 podían seguir operando y también en mayor medida por el aumento de inversores minoristas que en tiempos de Covid impulsados por la liquidez empezaron a invertir en empresas tecnológicas. Para poder observar este fenómeno, se han comparado los rendimientos de las empresas tecnológicas y las empresas de sectores clásicos desde que estalló la pandemia hasta el final de ese mismo año (2020):

Gráfico 4: Rendimientos cartera sector clásico COVID

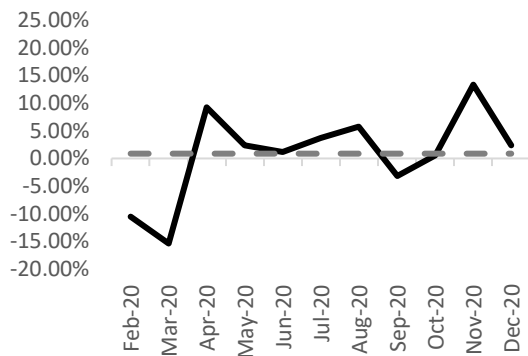
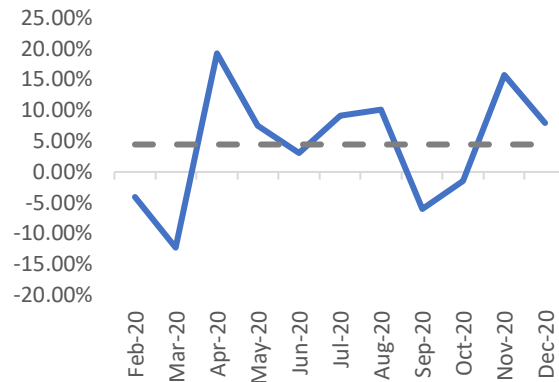


Gráfico 3: Rendimientos cartera sector tecnológico COVID



Fuente: Elaboración propia

La pandemia tuvo un impacto positivo muy grande los rendimientos de las empresas tecnológicas que no reparten dividendos, siendo el rendimiento medio mensual para estos meses de 4,46%, es decir, a pesar de estar en una pandemia y con las consecuencias económicas que eso conlleva, la cartera tecnológica tuvo un rendimiento mensual que supone un incremento del 98% respecto al rendimiento mensual observado para el período de estudio (2015-2021). Por otro lado, la cartera formada por empresas de sectores clásicos acuso de manera más severa la pandemia, pero tuvo un rendimiento medio mensual en estos meses ligeramente positivo (0,87%), también superior al rendimiento medio mensual del período de estudio.

En cuanto al rendimiento de la letra del tesoro estadounidense con vencimiento a un mes, el rendimiento medio es de 0,64% para las 84 observaciones, mientras que su desviación típica mensual es de 0,71%. Es lógico que el activo libre de riesgo tenga un riesgo muy cercano a cero, por ejemplo, si se hiciese este mismo ejercicio con el bono a 10 años estadounidense, que es el otro activo libre de riesgo más utilizado, el rendimiento medio sería

de 1,93% y la desviación típica sería 0,66%, ligeramente más pequeña que la letra del tesoro con vencimiento a un mes.

Por último, también se ha obtenido los datos del rendimiento ofrecido por el S&P 500, el índice en el que cotizan todos los activos analizados de los distintos porfolios. El rendimiento observado del S&P 500 para el intervalo de 2015 a 2021 es el siguiente:

Tabla 6: Rendimiento del índice S&P 500 entre 2015-2021

Índice	Rendimiento mensual observado	Rendimiento anualizado observado	Desviación típica mensual
S&P 500	1,10%	13,96%	4,22%

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento anualizado es positivo y está por encima del 10%, por lo que se puede decir que es un período muy alcista, en cuanto a la desviación típica es mayor que la del activo libre de riesgo, como es lógico, y menor a 5%, por lo que el riesgo se podría decir que es moderado.

3.3 Estimación de los resultados obtenidos mediante el modelo CAPM

Antes de nada, hay que tener en cuenta que los tres modelos se aplicarán en este trabajo sobre los activos individuales, lo que crea un pequeño problema de error de medición cuando se utilizan para explicar los rendimientos medios. Esto se observó a partir de 1970, con investigadores como Blume (1970), Friend y Blume (1970) y Black, Jensen y Scholes (1972) que trabajaban con carteras, en lugar de valores individuales. Los rendimientos esperados y las betas de mercado se combinan de la misma manera en las carteras, por lo tanto, si el CAPM explica los rendimientos de los valores, también explica los rendimientos de las carteras. (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 2004)

Por lo tanto, la utilización de carteras en las regresiones transversales de los rendimientos medios sobre las betas reduce el problema de los errores críticos en las variables. Sin embargo, la agrupación reduce la gama de betas y la potencia estadística. Para mitigar este problema, los investigadores clasifican los valores en función de la beta al formar las carteras; la primera cartera contiene los valores con las betas más bajas, y así sucesivamente, hasta la última cartera con los activos de mayor beta. Este procedimiento de clasificación es ahora estándar en las pruebas empíricas. (Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 2004)

Fama y MacBeth (1973) proponen un método basado en estimar regresiones transversales mes a mes de los rendimientos mensuales sobre las betas, pero para este trabajo se ha optado por estimar las betas mediante modelos de regresión lineal simple.

Hay que mencionar que tanto r_f como r_m son observaciones temporales que se efectúan desde 2015 hasta 2021, por lo tanto, son series temporales. La variable explicativa de dicha regresión será el rendimiento del mercado, en nuestro caso el índice S&P 500, mientras que la variable dependiente será el rendimiento de la empresa en cuestión. Por lo tanto, el índice S&P 500 tendrá un coeficiente, que será la beta que estamos estimando para cada compañía. La fórmula que explica dicha regresión de la mejor manera posible es la siguiente:

$$r_i = \alpha + \beta_i \cdot r_m + \varepsilon_{it}$$

- Donde r_i es el rendimiento del activo observado y anualizado que ya tenemos.
- Donde α , la ordenada en el origen, y β_i , el riesgo no diversificable, se estimarán mediante el modelo de regresión lineal.
- r_m es el rendimiento del mercado, S&P 500, será la variable explicativa.
- ε_{it} será el residuo de la regresión en el periodo t, es la perturbación estocástica.

Una vez hechas las regresiones temporales para cada activo obtenemos las betas de mercado, además del coeficiente R^2 ajustado del modelo, que representa el porcentaje de variación de rentabilidad de la variable dependiente, en este caso la rentabilidad de cada

empresa, que puede ser explicado por la variable independiente, la rentabilidad del índice S&P 500. La razón por la cual usamos el R^2 ajustado y no el R^2 normal es por que nos será mucho más útil a medida que vayamos incluyendo factores en los siguientes modelos, como el de tres factores o cinco factores, ya que el R^2 ajustado no necesariamente aumenta por el hecho de incluir más variables. Por lo tanto, cuanto mayor sea el R^2 ajustado, mejor predecirá el modelo el rendimiento de dicho activo.

Tabla 7: Beta del modelo CAPM y R^2 ajustado

Compañía	Beta	R^2 ajustado
Empresas clásicas	0,93	32,09%
Empresas tecnológicas	1,20	29,67%

Fuente: Elaboración propia

Se ve como el R^2 ajustado para la cartera de empresas del sector clásico que reparten dividendos es mayor que para la cartera de empresas tecnológicas que no reparten dividendos, al ser más explicativa la variable de rendimiento de mercado para aquella cartera. Por otro lado, la beta media de la cartera de empresas tecnológicas es muy superior respecto a la de empresas clásicas, por lo que las fluctuaciones de los activos que componen dicha cartera serán mayores.

Las betas de mercado obtenidas, así como el R^2 ajustado por el modelo para los activos que componen la cartera 1 están analizados en la tabla 3 del anexo, y se puede observar que hay tres activos del mismo sector, el financiero, cuyos R^2 ajustados son bastante altos, 50-58%, que son JP Morgan, Citigroup y Goldman Sachs, por otro lado, empresas como Walmart, Exelon o Kraft tienen un R^2 ajustado inferior al 15%, por lo que el modelo no predice de manera precisa los rendimientos de esos activos. En esta cartera de acciones, son pocos los activos que tienen una beta superior a uno, activos agresivos, tan sólo 11, mientras que la mayoría, 15, tienen una beta inferior a uno, son los que se llaman activos defensivos, ya que las oscilaciones son menores que las del mercado. Por último, tan solo hay un activo

neutro, cuya beta sea 1 o muy cercana a 1 como es General Electric. Por último, se ha observado si para cada activo de esta cartera la variable de mercado es estadísticamente significativa, y se puede observar como para todos los activos dicha variable es estadísticamente muy significativa.

En la tabla 4 del anexo, se recogen los datos para la cartera 2, empresas tecnológicas que no reparten dividendos, entre los que se puede destacar que la variación del rendimiento del activo que mejor se explica mediante el índice S&P 500 es Synopsys (51,97%), seguido por Alphabet (46,35%) y Walt Disney (44,88%). Justo en el caso opuesto se encuentran Biogen (2,60%), Regeneron Pharma (2,83%) y Twitter (4,92%).

En cuanto a las betas estimadas para la segunda cartera mediante la regresión lineal simple, todas son positivas, lo que significa que todas las empresas tienen fluctuaciones en la misma dirección que el índice S&P 500. Además, llama la atención el número de activos, 19, cuya beta es superior a uno, lo que significa que son empresas cuyo rendimiento varía en mayor proporción al del mercado, haciéndolas más arriesgadas, de ahí que se les considere activos agresivos. Por otro lado, tenemos tres activos neutros, cuya beta es uno o se aproxima mucho, que son activos que se mueven en la misma proporción que el mercado (Adobe, KeySight Technologies y F5 Networks) y cinco empresas defensivas, su beta es menor que uno, que ofrecen menor riesgo sistemático, ya que los movimientos en el rendimiento varían en menor proporción que el S&P 500 y son Biogen, Regeneron Pharma, Twitter, Netflix y VeriSign. Sin embargo, y en contraste con la cartera 1, hay dos activos (Biogen y Regeneron Pharma) para los que la variable de mercado no es estadísticamente significativa y un activo (Twitter) para el que es solo estadísticamente significativa, pero la variable de mercado es estadísticamente muy significativa para los restantes 24 activos.

Una vez se han estimado las betas de los activos de ambos portafolios, se procede a calcular los rendimientos esperados por cada activo para el intervalo de estudio mediante el modelo CAPM.

Tabla 8: Beta y rendimiento anual promedio calculado mediante el modelo CAPM para ambas carteras

Cartera	Beta	Rendimiento anual CAPM
Empresas clásicas	0,93	13,07%
Empresas tecnológicas	1,20	16,60%

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento anual calculado por el modelo *Capital Asset Pricing Model* (Tabla 5 del anexo) para la cartera 1 es positivo para todos los activos que conforman el portafolio, debido a que la beta de todos ellos es positiva y mayor que cero. El activo que tiene mayor rendimiento esperado es Citigroup (23,79%) al tener la beta más alta, por el contrario, el que tiene menor rendimiento esperado es Walmart (6,08%).

Los resultados de los rendimientos esperados de las empresas tecnológicas (Tabla 6 del anexo) calculados mediante el método CAPM son todos positivos, lo que es de esperar al tener todos una beta positiva e ir en la misma dirección que el S&P 500, cuyo rendimiento anualizado es de 13,96%. Más tarde, se analizará y comparará los rendimientos esperados con los rendimientos observados, construyendo también la Security Market Line, SML, que nos ayudará a ver que activos están sobrevalorados y cuáles infravalorados.

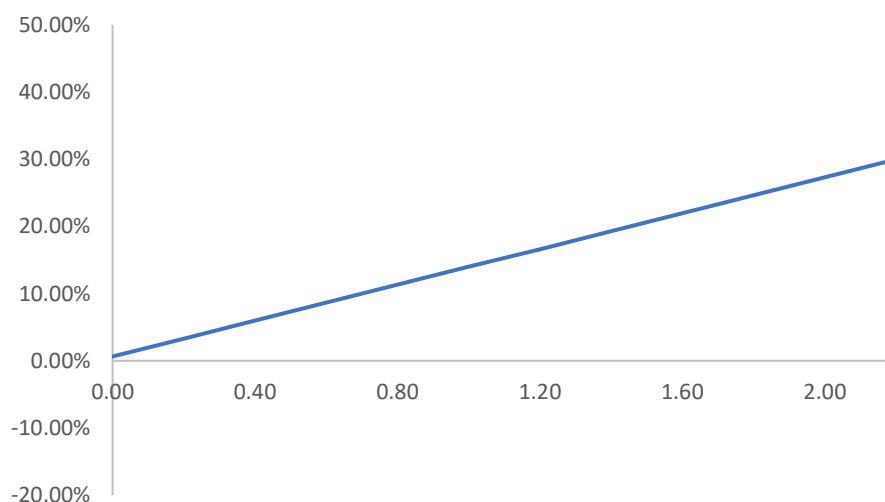
3.4 Construcción de la “Security Market Line”

La SML, llamada Security Market Line, representa la relación lineal que existe entre el rendimiento esperado de un activo y el riesgo sistemático del mismo, ya que al tener los inversores idénticas expectativas, la rentabilidad será una función lineal de su beta.

En nuestro caso, se representará la SML del S&P 500, uno de los principales índices del mundo que incluye empresas de distintos sectores de Estados Unidos. Para poder elaborar la

Security Market Line se utilizará la tasa libre de riesgo que como habíamos dicho anteriormente tiene un rendimiento promedio de 0,64% y el rendimiento promedio anualizado del S&P 500, que es de 13,96%. Por lo tanto, dando distintos valores a la beta se obtendrá la siguiente SML:

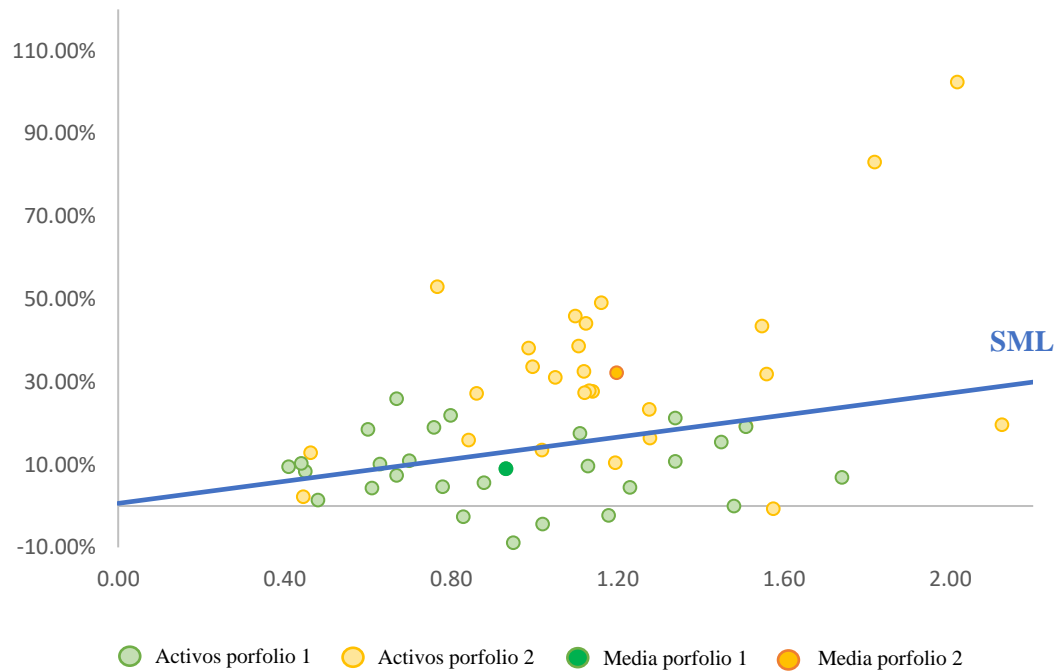
Gráfico 5: Recta SML



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar como la recta SML tiene una pendiente positiva de 1,4 lo que explica el movimiento claramente alcista del mercado en el período de estudio. La prima de riesgo derivada de los rendimientos ofrecidos es 13,32%, que se calcula restando al rendimiento del S&P 500 el rendimiento del activo libre de riesgo. Una vez obtenida la recta SML y también la beta de los activos de los dos portafolios, se representará en que punto se sitúa cada activo en el gráfico, para ello el rendimiento observado marcará la coordenada vertical mientras que la beta determinará la coordenada horizontal:

Gráfico 6: Betas calculadas y rendimiento observado para cada activo en la recta SML



Fuente: Elaboración propia

Los puntos de color verde son los activos del portafolio 1, las empresas de sector clásico que reparten dividendos, y el punto verde más oscuro representa la beta media del portafolio, así como el rendimiento anualizado observado. Por otro lado, los puntos de color amarillo representan los activos del portafolio 2, las empresas de sector tecnológico que no reparten dividendos, y el punto naranja nos indica la beta media y el rendimiento anualizado observado del portafolio 2.

En cuanto a la interpretación de los resultados, se debe prestar atención a la posición que ocupa cada activo con respecto a la recta SML, de manera que, si el activo está situado por encima de la recta, entonces el activo está infravalorado, ya que el rendimiento ofrecido es mayor que el que debería haber ofrecido según el modelo CAPM. Sin embargo, si un activo está localizado por debajo de la recta SML, el activo estará sobrevalorado, debido a que el

rendimiento esperado por el modelo CAPM es mayor al rendimiento observado. Como se observa en el gráfico 6, solo hay 5 activos del porfolio 2 que se encuentran infravalorados, haciendo contraste con los 16 activos del porfolio 1. En términos generales, el porfolio 1 tiene una beta media de 0,93 y un rendimiento anualizado de 8,94%, encontrándose dicho porfolio infravalorado. En cuanto al porfolio 2, tiene una beta media de 1,20 y un rendimiento promedio anualizado de 32,08%, muy por encima de la recta SML, lo que significa que dicho porfolio está infravalorado.

Llama poderosamente la atención dos valores (Tesla y AMD) del porfolio 2 que, si sitúan muy por encima de la recta SML, es decir, que el rendimiento observado es mucho mayor al rendimiento esperado calculado por el modelo CAPM. Además, tienen una beta cercana a 2, lo que significa que la volatilidad de dichos activos es muy alta, casi el doble que la del mercado.

Las tablas 7 y 8 del anexo permitirá observar numéricamente las diferencias entre el rendimiento observado y el rendimiento esperado por el modelo CAPM para cada activo de ambas carteras.

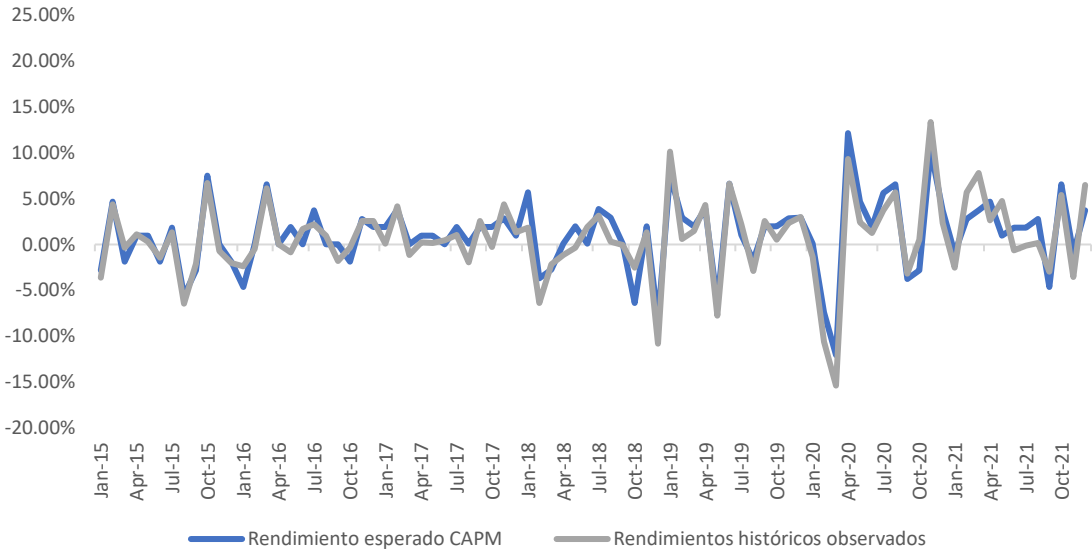
Hay un contraste claro entre el porfolio 1 y el 2, en el porfolio 1 se puede ver como el rendimiento esperado de los activos es como norma general mayor que el rendimiento observado, solo hay diez activos que superan el rendimiento esperado que son: Exelon, Walmart, P&G, Mondelez, JP Morgan, Mc Donalds, Starbucks, Dover, Nike y CostCo.

Por otro lado, el porfolio 2 es justamente lo contrario, la mayoría de los activos superan el rendimiento esperado del modelo CAPM, siendo DXC Technologies, Expedia, Biogen, Walt Disney, F5 Networks, TripAdvisor y Booking los únicos activos cuyo rendimiento esperado por el modelo es superior al rendimiento histórico observado.

Ahora se comparará la rentabilidad histórica de ambos porfolios para el período de estudio con la rentabilidad esperada según el modelo CAPM. Para ello se utilizarán los rendimientos

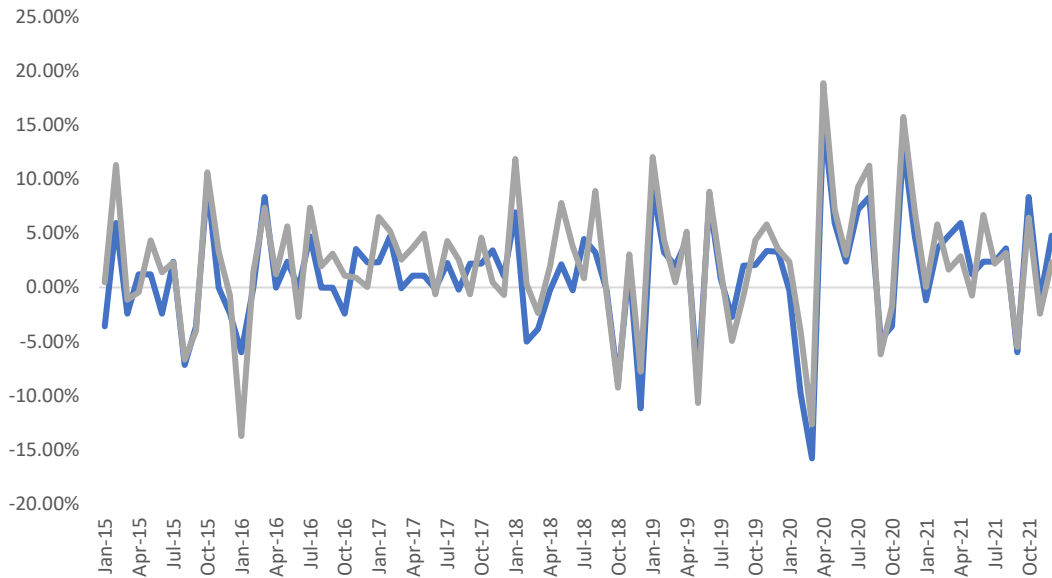
mensuales a lo largo del período de estudio, tal y como se ha hecho hasta ahora. Además, se analizará para que porfolio de empresas el modelo CAPM estima mejor los rendimientos esperados.

Gráfico 7: Comparación rendimiento histórico con rendimientos esperados calculados por el modelo CAPM para la cartera 1



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Comparación rendimiento histórico con rendimientos esperados calculados por el modelo CAPM para la cartera 2



Fuente: Elaboración propia

Como se observa, las oscilaciones del rendimiento son mucho mayores en el modelo 2 tal y como se ha venido diciendo en este trabajo, al ser la beta media del portfolio mayor. El modelo CAPM estima de manera más precisa los rendimientos esperados del portfolio 1, el de empresas de sector clásico que reparten dividendos. En cambio, en el portfolio 2 el modelo es más impreciso, aunque sigue los mismos movimientos que los rendimientos históricos observados. Esto puede deberse a que la variable del modelo CAPM de rendimiento de mercado no explique de manera tan completa el rendimiento histórico de las empresas tecnológicas que no reparten dividendos. Se comprobará si al incluir un mayor número de factores en el modelo de valoración financiera, como el de tres factores o cinco factores de Fama y French, los rendimientos calculados se asemejan más a los históricos.

3.5 Estimación de los resultados obtenidos mediante el modelo de tres factores de Fama y French

Ahora se pasará a poner en práctica el modelo de tres factores visto anteriormente, tal y como se hizo con el modelo CAPM. Por lo tanto, de manera esquemática, el método para calcular los rendimientos esperados por el modelo Fama-French de tres factores será el siguiente:

- Primer paso: se obtendrán los datos de las variables SMB y HML de período mensual directamente de la página web de Kenneth French. El resto de los datos son los mismos que se utilizaron para el modelo CAPM.
- Segundo paso: Estimación de las betas de mercado, SMB y HML mediante un modelo de regresión lineal simple. Al igual que con el modelo CAPM, todas las observaciones son temporales, que se efectúan desde 2015 hasta 2021, por lo tanto, son series temporales. La variable explicativa de dicha regresión estará compuesta por el rendimiento del mercado, en nuestro caso el índice S&P 500, y las variables SMB y HML, mientras que la variable dependiente será el rendimiento de la empresa en cuestión. Por lo tanto, mediante la regresión se obtendrá un coeficiente para las tres variables, que serán la beta de mercado, la beta de SMB y la beta de HML que estamos estimando para cada compañía.

Siguiendo el procedimiento mencionado se obtienen las siguientes betas para las empresas de ambos portafolios, además de comparar el R^2 ajustado del modelo de tres factores con el modelo CAPM para apreciar si verdaderamente el modelo de tres factores explica de mejor manera el rendimiento de los activos:

Tabla 9: Betas del modelo de tres factores y comparación del R^2 ajustado de ambas carteras

Cartera	Beta RM	Beta SMB	Beta HML	R^2 ajustado 3 Factores	R^2 ajustado CAPM
Empresas clásicas	0,898	-0,004	0,034	40,69%	32,09%
Empresas tecnológicas	1,198	0,036	-0,037	34,92%	29,67%

Fuente: Elaboración propia

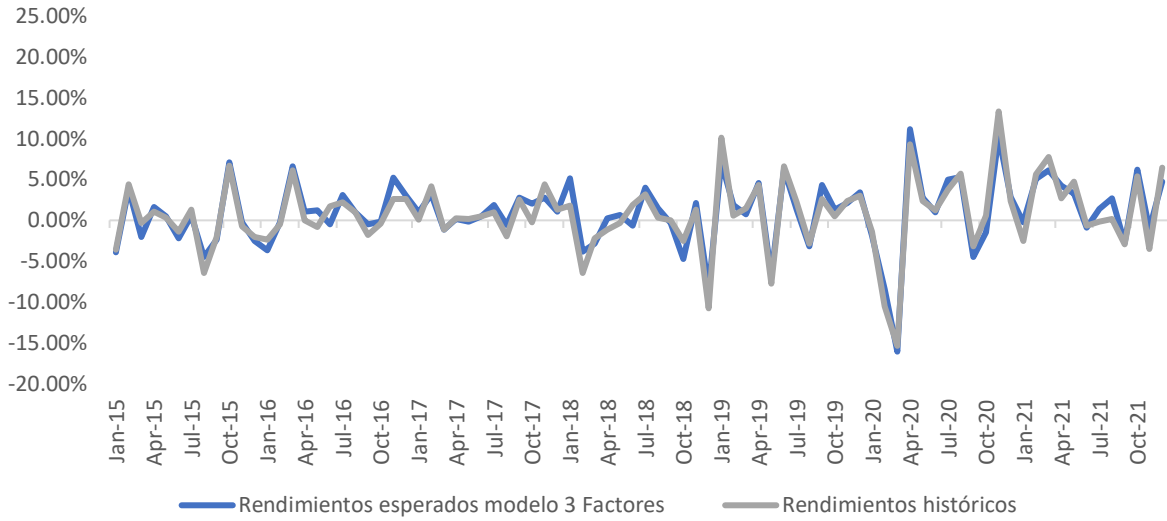
Para el caso de la cartera de acciones formada por empresas de sector clásico que reparten dividendos, se ve en la tabla 9 del anexo como tan sólo dos activos obtienen un R^2 ajustado inferior comparando el modelo CAPM con el modelo de tres factores que son FedEx y CVS (marcados con el color naranja). Sin embargo, los otros 25 activos si que tienen un R^2 ajustado mayor con el modelo de 3 factores de Fama y French (marcados con el color verde), lo que significa que al aumentar el número de variables explicativas con SMB y HML, también aumenta el ajuste del modelo. A nivel general, esta cartera pasa con el modelo de 3 factores a un R^2 ajustado del 40,69% desde el 32,09% que se obtenía con el modelo CAPM. En cuanto a la significatividad estadística de las variables, hay que resaltar que mientras que la variable de mercado sigue siendo estadísticamente muy significativa para todos los activos de esta cartera, las variables de capitalización y *book-to-market* no tienen el mismo efecto. La variable capitalización es al menos significativa para 14 activos, por otro lado, la variable *book-to-market* es al menos estadísticamente significativa para 13 activos, lo significa que el efecto de dichas variables queda recogido en la mitad de los activos de esta cartera.

En el caso de la cartera formada por empresas del sector tecnológico que no reparten dividendos, se observa, en la tabla 10 del anexo, un efecto similar al que ocurre en el porfolio 1, siendo solo tres activos (Walt Disney, Keysight Technologies y Arista Networks) para los que el modelo de tres factores empeora. Sin embargo, el R^2 ajustado de este porfolio no mejora tanto como con el porfolio 1, por lo que las variables SMB y HML explican de manera más efectiva el rendimiento de empresas clásicas. El incremento del R^2 ajustado es para esta

cartera del 17,69%, mientras que en el porfolio 1 es del 26,80%, como habíamos dicho antes notablemente más alto. La variable de mercado se mantiene igual de estadísticamente significativa para todos los activos excepto para Regeneron Pharma, debido a que la introducción de las nuevas variables provoca que la variable de mercado sea estadísticamente significativa. Además, llama mucho la atención que la variable HML, *Book-to-Market*, es estadísticamente significativa en muchos más activos comparado con la variable SMB, capitalización. Esto último, unido al hecho de que para la mayoría de los activos de esta cartera la beta HML sea negativa, quiere decir que el efecto de que las empresas con mayor ratio *Book-to-Market* obtengan una mayor rentabilidad, no se cumple para este conjunto de empresas, sino que tiene un efecto contrario.

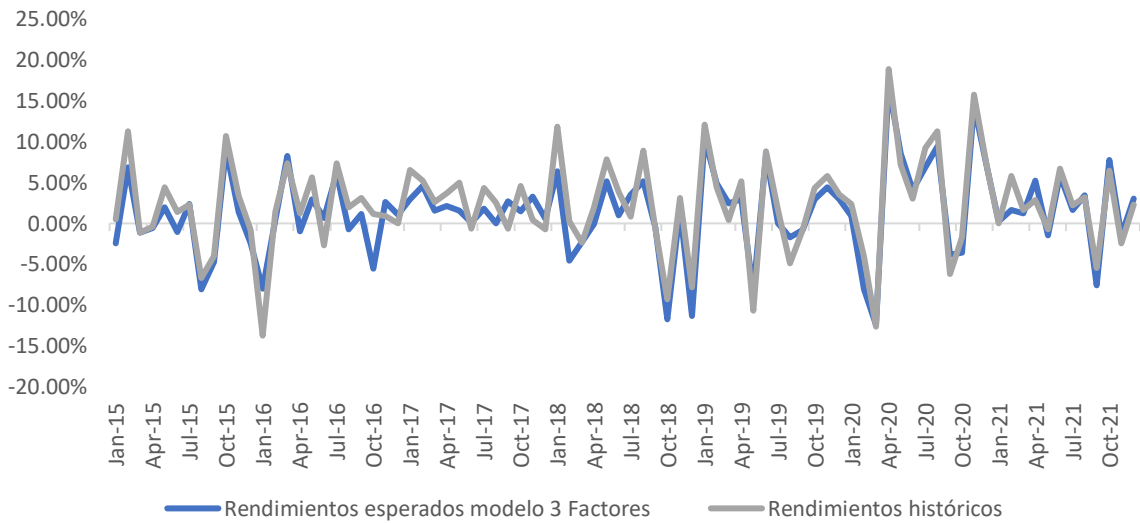
Por lo tanto, se puede decir que las variables SMB, que recoge el efecto de la capitalización de las empresas, y HML, que recoge el efecto del ratio *Book-to-Market*, explican de una manera más precisa el comportamiento de los rendimientos de los diferentes activos. Ahora se analizará una comparativa entre los rendimientos históricos observados para los diferentes activos con los rendimientos esperados calculados mediante el modelo de valoración de tres factores de Fama y French. De esta manera se observará para que cartera de acciones el modelo es más preciso de manera gráfica:

Gráfico 9: Comparación rentabilidad histórica con la rentabilidad esperada calculada mediante el modelo de 3 factores de Fama y French para la cartera 1



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Comparación rentabilidad histórica con rentabilidad esperada calculada mediante el modelo de 3 factores para la cartera 2



Fuente: Elaboración propia

Se observa en el gráfico 9 como los rendimientos obtenidos por el modelo de tres factores de Fama y French se ajusta de una forma bastante precisa a los rendimientos históricos observados para el portafolio 1. Mientras que los rendimientos esperados por el modelo para la cartera de empresas tecnológicas que no reparten dividendos son ligeramente inferiores a los rendimientos históricos. Además, el modelo de tres factores replica de manera menos precisa los rendimientos históricos de la cartera 2, fruto del pequeño grado explicativo que aportan las variables, en concreto, la variable SMB, que captura el efecto tamaño.

3.6 Estimación de los resultados obtenidos mediante el modelo de cinco factores de Fama y French

El modo de estimar las nuevas betas para las cinco variables: mercado (RM), tamaño de capitalización (SMB), ratio valor-libros (HML), inversión (CMA) y beneficio (RMW), será el mismo que se ha hecho con el modelo de tres factores. Sin embargo, hay que tener en cuenta que mientras que la variable HML permanecerá igual al añadir las dos nuevas variables, la variable SMB se verá afectada al introducir estas nuevas variables en el modelo debido a la manera en que se calcula dicha variable como podemos observar en la ecuación vista anteriormente. Por lo tanto, se realizará un nuevo modelo de regresión lineal simple añadiendo las dos nuevas variables. La variable explicativa de dicha regresión estará compuesta por el rendimiento del mercado, el índice S&P 500, y las variables SMB y HML, RMW y CMA mientras que la variable dependiente será el rendimiento de la empresa en cuestión. Por lo tanto, mediante la regresión se obtendrá un coeficiente para los cinco factores, que serán la beta de mercado, la beta de SMB, la beta de HML, la beta de RMW y la beta de CMA que se está estimando para cada compañía.

Una vez realizadas las regresiones se obtienen las siguientes betas para las empresas de ambos portafolios, además se comparará el R^2 ajustado del modelo de cinco factores con el modelo de tres factores para apreciar si verdaderamente el modelo de cinco factores es un modelo más explicativo, al capturar los nuevos factores información significativa respecto a los rendimientos esperados por los activos.

Tabla 10: Betas del modelo de cinco factores y comparación del R^2 ajustado de los tres modelos para ambas carteras

Cartera	Beta RM	Beta SMB	Beta HML	Beta RMW	Beta CMA	R^2 ajustado 5 factores	R^2 ajustado 3F	R^2 ajustado CAPM
Empresas clásicas	0,904	0,004	0,025	0,007	0,014	43,42%	40,69%	32,09%
Empresas tecnológicas	1,163	0,023	-0,058	-0,029	-0,053	36,79%	34,92%	29,67%

Fuente: Elaboración propia

Se observa, en la tabla 11 del anexo, como al introducir las dos nuevas variables en el modelo, el R^2 ajustado mejora en muchos de ellos, tan solo son seis activos en los que el R^2 ajustado no mejora con el modelo de cinco factores, que son Phillip Morris, Mc Donalds, FedEx, Ford, Coca Cola y Dover. A pesar de mejorar en los restantes 21 activos, supone una mejoría menor respecto a la que se obtenía al pasar del modelo CAPM al modelo de 3 factores. En el modelo de tres factores, tan solo había 2 activos los cuales el modelo más explicativo era el CAPM, sin embargo, ahora son seis los activos que se explican mejor por el modelo de tres factores que por el de cinco factores. Además, el R^2 ajustado de la cartera mejora, pero no de la misma manera en la que lo hizo con el modelo de tres factores, ya que esta vez supone una mejoría del 7% mientras que, con el modelo de tres factores, la mejoría respecto al CAPM fue del 27%. Las betas medias de la cartera formada por empresas del sector clásicos y que reparten dividendos son las siguientes: mercado (0,904), capitalización (0,04), *book-to-market* (0,025), beneficio (0,07) e inversión (0,014). Todas las betas son positivas, lo que significa que se cumple la relación positiva observada por Fama y French para cada variable estudiada. El R^2 ajustado de la cartera aumenta hasta el 43,42%, como se puede observar en la tabla, es muy lastrado por algunos activos fruto de que las variables del modelo de cinco factores no tienen un fuerte poder explicativo en el rendimiento de estos. Sin embargo, para activos como Bank of America, Citigroup o JP Morgan las variables seleccionadas tienen un fuerte poder explicativo, como podemos observar por el R^2 ajustado cuyo valor está cerca del 80%.

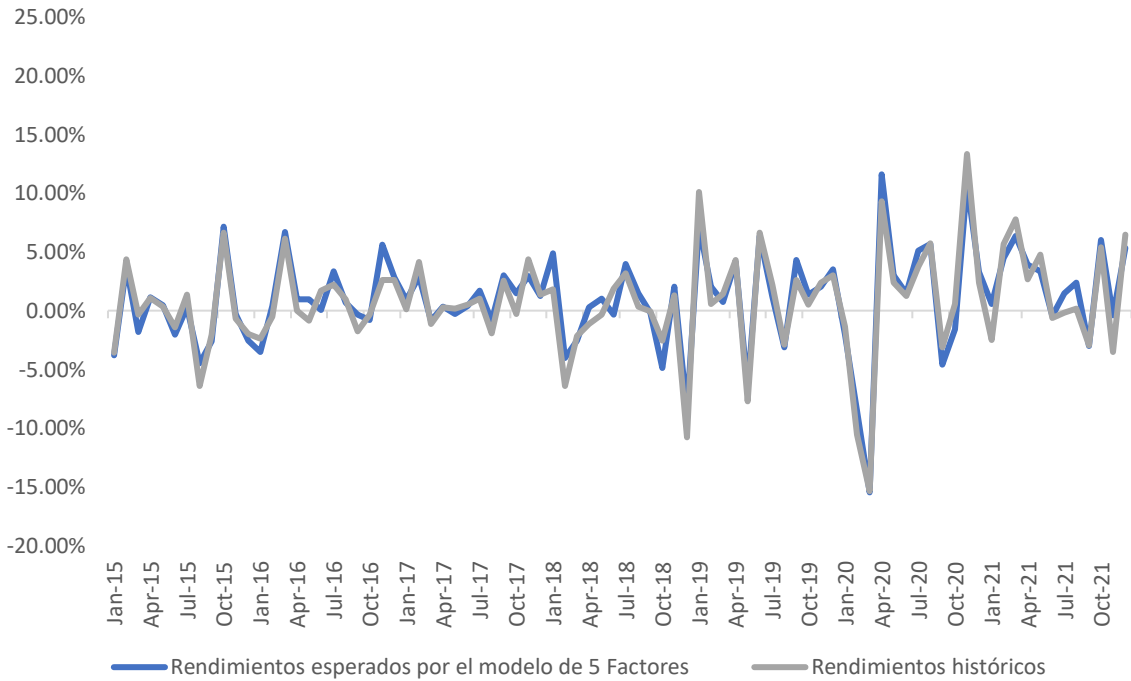
En la tabla 12 del anexo se observa la significatividad estadística de las variables para cada activo de esta cartera. La introducción de las nuevas variables (RMW y CMA) tiene como consecuencia una reducción en el número de activos para los cuales son estadísticamente significativas las variables SMB y HML. Pero, por otro lado, las variables de beneficio e inversión son estadísticamente significativas para 10 y 9 activos respectivamente.

Para la cartera 2, de empresas tecnológicas que no reparten dividendos, se ve en la tabla 13 del anexo, como hay muchos más activos que tienen R^2 ajustado menor en el modelo de cinco factores que en el de tres factores, en concreto 13 empresas. La razón es que los nuevos factores, beneficio e inversión, no producen, para dichos activos, ningún efecto explicativo en el modelo en relación con los rendimientos de dichos activos. Por otro lado, hay otros 14 activos cuyo R^2 ajustado es mayor con el nuevo modelo. Se puede afirmar que los tres modelos vistos explican de peor manera los rendimientos de los activos de esta cartera, debido a que, para estos activos hay otros factores que afectan de manera más directa a los rendimientos, como puede ser el llamado factor “*momentum*”. El principal autor que menciona el factor “*momentum*” es Carhart en 1997, que partiendo del modelo de tres factores de Fama y French añade dicho factor para observar el efecto que tiene en los rendimientos de los activos. Ahora bien, hay que entender primero que es el factor “*momentum*”, digamos que se puede definir como la fuerza de la tendencia del precio de un activo. Precisamente estos activos como se ha ido observando a lo largo del trabajo se caracterizan por una tendencia alcista muy fuerte para el período de estudio, por lo que a priori sería un factor muy interesante a la hora de explicar los rendimientos de los activos de esta cartera. Las betas obtenidas mediante la regresión para esta cartera son las siguientes: mercado (1,163), capitalización (0,023), *Book-to Market* (-0,058), beneficio (-0,029) e inversión (-0,053). Por último, el R^2 ajustado de la cartera es 36,79% por lo tanto superior al del modelo de tres factores, pero la mejora es del 5,35% únicamente.

Al añadir las dos nuevas variables del modelo de cinco factores, se observa (tabla 14 del anexo) como la significatividad estadística se reduce en todas las variables que incluía el modelo de 3 factores de Fama y French. El factor inversión es el estadísticamente más significativo para esta cartera de acciones, capturando junto con el factor de beneficio, el efecto de *Book-to Market* que pasa de ser estadísticamente significativo para 13 activos a únicamente serlo para 7. De todos modos, se observa como los cinco factores para esta cartera son, en términos generales, estadísticamente menos significativos que para la cartera 1.

Una vez obtenido el modelo con sus respectivas betas y analizado la calidad del modelo de cinco factores para cada activo, se representará los rendimientos esperados por el modelo durante el período de estudio y se compararán con los rendimientos históricos para ver las diferencias.

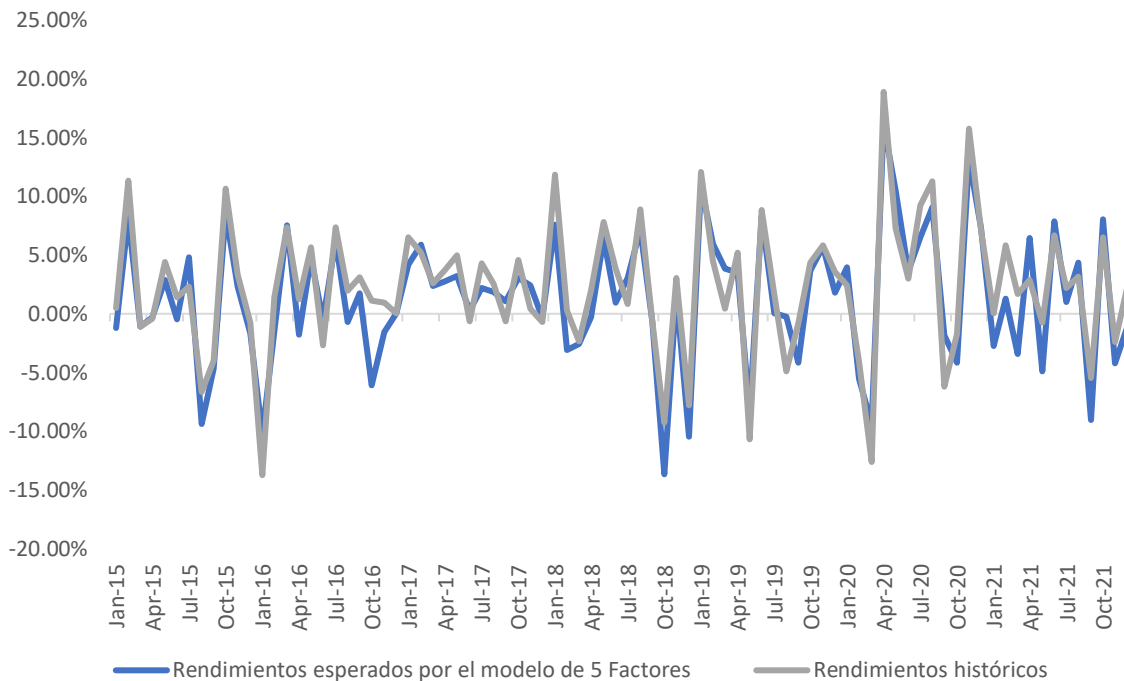
Gráfico 11: Comparación rendimientos históricos con rendimientos esperados calculados por el modelo de 5 factores de Fama y French para la cartera 1



Fuente: Elaboración propia

El modelo de cinco factores de Fama y French estima de manera bastante precisa los rendimientos históricos de la cartera formada por las empresas de sectores clásicos que reparten dividendos. Es llamativo que el modelo de cinco factores tiene un rendimiento superior, en muchos de los meses del período de estudio, al de los rendimientos históricos. Por lo tanto, se puede decir que este modelo de cinco factores es el mejor modelo estudiado en este trabajo para esta cartera.

Gráfico 12: Comparación rendimientos históricos con rendimientos esperados calculados por el modelo de 5 factores de Fama y French para la cartera 2



Fuente: Elaboración propia

Los rendimientos esperados calculados por el modelo de cinco factores para la cartera de empresas tecnológicas que no reparten dividendos tienen mayor error comparándolo con la cartera 1. Esto se debe a que los cinco factores no explican de manera totalmente precisa los rendimientos de los activos, pero se puede observar como el modelo de cinco factores es

ligeramente más preciso que el modelo de tres factores. Además, se observa una divergencia más grande de lo normal en los meses de agosto-diciembre de 2016 y enero-marzo de 2021.

4. Parte predictiva: Estimación de los rendimientos a corto plazo

Una vez terminada la parte explicativa con los tres modelos estudiados: CAPM, modelo de tres factores de Fama y French y modelo de cinco factores de Fama y French, se realizará la estimación de los rendimientos de los activos incluidos en las dos carteras. La estimación que se llevará a cabo será a corto plazo, empezando en el mes de marzo de 2022 para finalizar en el mes de febrero de 2023. La razón por la que la predicción de los rendimientos es a corto plazo es debido a la dificultad de análisis por la inestabilidad mundial. Como es lógico todos los acontecimientos tienen repercusiones en el mercado, ya sean positivas como negativas, y actualmente el panorama económico, político y social es claramente preocupante por dos razones principales: la invasión de Ucrania por parte de Rusia y la inflación.

Por un lado, la inflación es más predecible y todos los analistas están de acuerdo en que se mantendrá en estos niveles o subirá un poco más en los próximos meses. Sin embargo, a medida que la Fed, la Reserva Federal de los Estados Unidos, vaya subiendo los tipos de intereses, la inflación se irá reduciendo hasta el objetivo del 2%, desde los actuales niveles del 7,9%. El pasado miércoles 16 de marzo la Fed subió los tipos 25 puntos básicos hasta el 0,50%, 25 puntos básicos menos de los que estaba previsto, pero el estallido de la invasión de Rusia a Ucrania a finales de febrero provocó que dicho aumento de tipos de intereses se redujera en 25 puntos básicos. Además, la Fed anunció seis subidas más de 0,25 puntos porcentuales a lo largo de este año para situar los tipos de intereses en torno al 1,75% para finales de 2022. A pesar de que no hay un factor en ningún modelo de inflación como tal, la variable mercado, presente en los tres modelos, recoge el efecto que provoca la inflación en los mercados, siendo siempre negativa para todos los activos. (El Confidencial, 2022)

La invasión llevada a cabo por Rusia a Ucrania comenzó el 24 de febrero de 2022 y no parece que el final sea inminente. Las consecuencias de la guerra son múltiples, pero siempre negativas para la economía global, el precio de materias primas producidas por Ucrania se ha disparado, así como el precio del petróleo y del gas lo que provoca que el coste de producción para la industria aumente considerablemente. Dado que una guerra es

impredecible (siempre se ha dicho que la guerra se sabe cuando empieza, pero no cuando termina) la estimación de los rendimientos será con vistas a febrero de 2023.

El método utilizado para realizar las estimaciones será partir de datos históricos para poder predecir los rendimientos futuros. Los datos históricos se obtienen de la página web de Kenneth French, obteniendo el valor de las variables necesarias para los tres modelos: mercado, capitalización, *Book-to-market*, beneficio e inversión, además del activo libre de riesgo. Se estudiará los períodos de guerras recientes para los cuales existen datos para todos los factores, partiendo del mes en que comienza la guerra para cada una de ellas. Las guerras seleccionadas para obtener los datos son: la guerra de Vietnam (1955), la de Afganistán (1979), la guerra entre Irán e Irak (1980), la del Golfo (1990), la de Afganistán (2001), la de Irak (2003) y la de Siria (2011).

El modo de proceder será cogiendo los 12 meses posteriores al comienzo de las guerras, correspondiendo el inicio al mes de marzo, por lo que el último mes corresponderá a febrero de 2023. Para todas las variables se calculará el promedio de las 7 guerras para cada mes concreto, salvo para el activo libre de riesgo, el "*Treasury bill*", ya que el interés nominal del bono es muy distinto a lo largo del tiempo. Por ejemplo, en 1980 el rendimiento del "*Treasury bill*" estaba entorno al 1,00-1,30% mientras que en 2022 se sitúa sobre el 0,20%, por lo tanto, hacer un promedio distorsionaría la realidad actual, ya que el rendimiento aumentaría considerablemente. La mejor manera para calcular el rendimiento es mediante la variación mensual del mismo para que el interés nominal que utilizemos tenga sentido y refleje la realidad.

Estos datos, recogidos en la tabla 15 del anexo, serán en los que se utilicen para realizar las proyecciones de los rendimientos futuros para cada activo de las dos carteras, pero antes de nada hay que subrayar que las estimaciones se fundamentan en datos históricos para intentar aproximarnos a lo que pueda pasar en el futuro a corto plazo, por lo que los rendimientos que estimemos no deben considerarse como predicciones fuertemente fundamentadas. A partir de las estimaciones de las variables, se calculará el rendimiento

promedio anualizado para los activos de ambas carteras realizando una comparación entre los tres modelos: CAPM, modelo de tres factores y modelo de cinco factores.

Tabla 11: Predicción de los rendimientos de ambas carteras

Compañía	Rendimiento predictivo CAPM	Rendimiento predictivo 3F	Rendimiento predictivo 5F
Empresas clásicas	6,92%	6,66%	6,72%
Empresas tecnológicas	8,82%	8,84%	8,56%

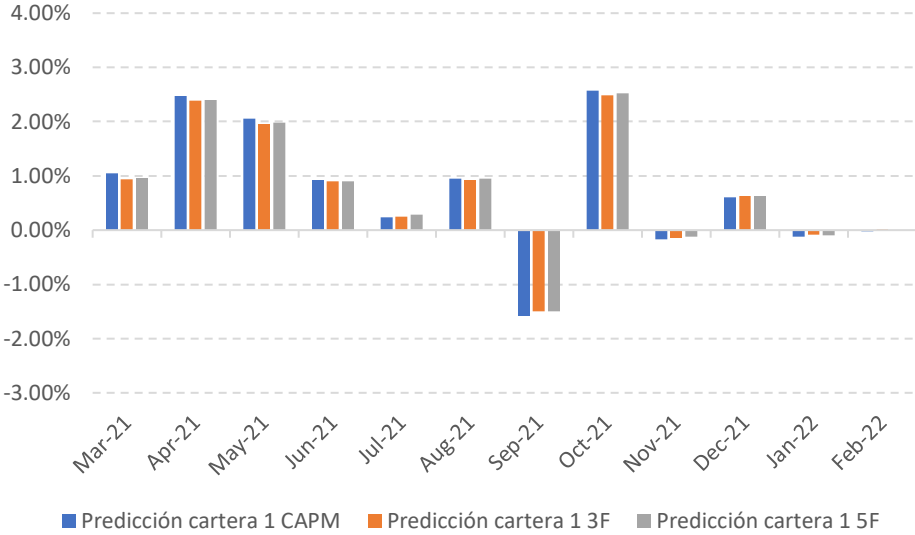
Fuente: Elaboración propia

El rendimiento predictivo es mayor (6,92%) si usamos el modelo CAPM para la cartera de empresa del sector clásico, aunque seguido de cerca por el modelo de cinco factores de Fama y French (6,72%). Además, el rendimiento promedio esperado calculado por el modelo CAPM para el período de estudio (2015-2021) es considerablemente más alto (13,07%) que los rendimientos promedios estimados por el mismo modelo (6,92%). La razón se debe a que los datos utilizados son obtenidos en un período en el cual había guerra, lo que significa que hay inestabilidad en todos los ámbitos y, por lo tanto, las expectativas de crecimiento y rendimiento son menores e incluso negativas en muchos casos.

En la segunda cartera se observa igualmente como los rendimientos promedio predictivos son mucho menores a los observados durante el período 2015-2021. Por otro lado, para esta cartera formada por empresas tecnológicas que no reparten dividendo, se obtiene un mayor rendimiento predictivo con el modelo de tres factores de Fama y French (8,84%) seguido de cerca por el modelo CAPM (8,82%). El modelo de cinco factores de Fama y French da un rendimiento promedio esperado menor que los otros dos modelos (8,56%). Si se compara los rendimientos esperados de ambas carteras (tablas 16 y 17 del anexo), se ve cómo para los tres modelos se obtiene un mayor rendimiento con la cartera 2, por lo que, si un inversor buscara únicamente el mayor rendimiento, tendría que decantarse por la cartera formada por empresas tecnológicas que no reparten dividendos.

Una vez calculados los rendimientos promedios esperados para los próximos dos meses, se representará a modo ilustrativo como serían los rendimientos mensuales para el período de análisis.

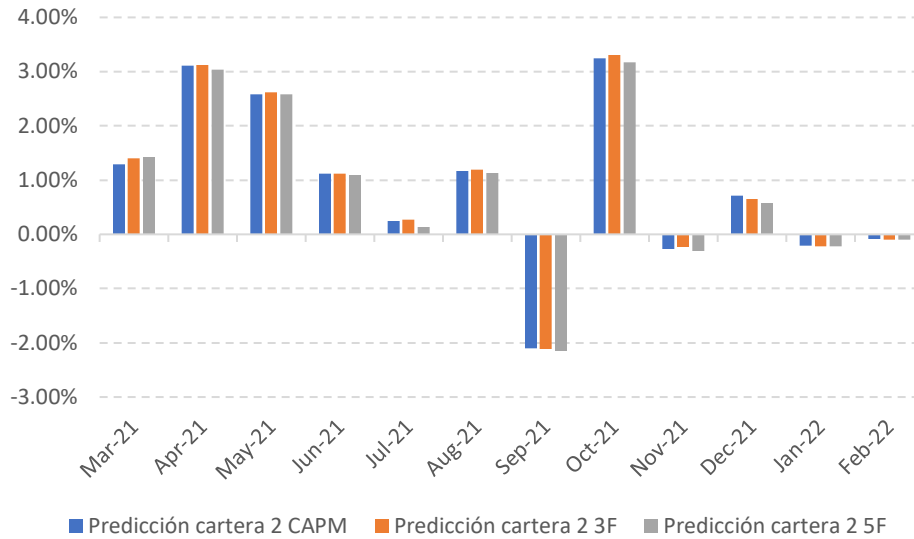
Gráfico 13: Comparación rendimientos predictivos de los modelos CAPM, tres factores y cinco factores de Fama y French para la cartera 1



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar como para el modelo CAPM, el rendimiento esperado es en la mayoría de las veces superior a los otros dos modelos. Además, según los datos históricos, el rendimiento en períodos de guerras, al menos las modernas, es ligeramente positivo en los primeros meses y tras un mes de corrección, los activos experimentan el mes con mayor rendimiento para posteriormente mantenerse en esos niveles, sin apenas tener rendimientos positivos ni negativos, es más, en el mes de febrero el rendimiento para la cartera 1 es del 0,0%.

Gráfico 14: Comparación rendimientos predictivos de los modelos CAPM, tres factores y cinco factores de Fama y French para la cartera 2



Fuente: Elaboración propia

Para esta segunda cartera compuesta por empresas tecnológicas que no reparten dividendos, los rendimientos para los tres modelos son mayores a los de la cartera 1. Sin embargo, en períodos bajistas se ve como la cartera 1 se comporta mejor, ya que, en el mes más bajista, septiembre de 2021, la cartera 1 tiene un rendimiento negativo en torno al 1,50% mientras que la cartera 2 se sitúa sobre un 2,10%. El comportamiento de los rendimientos durante el tiempo es casi idéntico al de la cartera 1 tal y como se puede observar.

5. Conclusiones

Este trabajo se ha dividido en tres partes, en primer lugar, un marco conceptual analizando el funcionamiento de los tres modelos de valoración de activos sobre los que se basa este trabajo, el modelo CAPM, el modelo de tres factores de Fama y French y el modelo de cinco factores de Fama y French. Además, se han visto conceptos financieros muy importantes como el riesgo sistemático, aquel que es inherente al mercado y que afecta a todos los activos, y el riesgo no sistemático, aquel que es diversificable.

En segundo lugar, se construyeron las dos carteras propuestas en el trabajo, la primera de ellas formada por 27 empresas de sectores clásicos que reparten dividendos, y la segunda en la que se incluye 27 empresas del sector tecnológico que no reparte dividendos. Hay que destacar la superioridad de los rendimientos históricos observados para el período de estudio (2015-2021) de la cartera de empresas tecnológicas sobre la cartera de empresas clásicas.

Una vez aplicados los tres modelos sobre las carteras, se estudió que variables son estadísticamente significativas, así como se validó que modelo explica de mejor manera el comportamiento de los rendimientos de cada activo. Supuso un gran cambio la inclusión de las variables SMB y HML en el modelo de tres factores, ya que el grado explicativo de los rendimientos de ambas carteras aumentó considerablemente.

Los resultados obtenidos en el trabajo muestran como las variables de los tres modelos no son tan explicativas para la cartera de empresas tecnológicas como para la cartera de empresas clásicas. Además, se comprobó que, para la cartera de empresas tecnológicas, el efecto de la variable HML en el modelo de cinco factores queda recogido por las variables RMW y CMA.

Por último, se realizó un análisis predictivo, basado en datos históricos, de los rendimientos futuros de ambas carteras mediante los tres modelos estudiados. Según las predicciones, y a pesar de la grave situación de crisis económica, social y humanitaria que

estamos atravesando, los rendimientos anualizados de ambas carteras son positivos, pero lejos de los rendimientos anualizados observados en el estudio.

6. Bibliografía

- Ball, R. (1978). Anomalies in Relationships Between Securities' Yields and Yield-Surrogates. *Journal of Financial Economics* 6, 2, 103–126.
- Banz, R. W. (1981). The Relationship Between Return and Market Value of Common Stocks. *Journal of Financial Economics*. 9, 1, 3–18.
- Barr, R., Reid, K., and Lanstein, R. (1985). Persuasive Evidence of Market Inefficiency. *Journal of Portfolio Management* 11, 9 –17.
- Basu, S. (1977). Investment Performance of Common Stocks in Relation to Their Price- Earnings Ratios: A Test of the Efficient Market Hypothesis. *Journal of Finance*. 12, 3, 129–156.
- Bhandari, L. C. (1988). Debt/Equity Ratio and Expected Common Stock Returns: Empirical Evidence. *Journal of Finance*. 43, 2, 507–528.
- Carhart, M. (1997). On Persistence in Mutual Fund Performance. *Journal of Finance*. 52, 1, 57–82.
- F. Czerwinski. (2014). VALORACIÓN DE ACTIVOS, CON ENFOQUE SOBRE CAPM Y APT.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 18 (3), 25–46.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2014). A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 116, 1–22.

- Fama, E., French, K., (1995). Size and book-to-market factors in earnings and returns. *Journal of Finance* 50, 131–156.
- Fernandez, P. (2019). CAPM (*capital asset pricing model*): un modelo absurdo. IESE Business School. *Valoración de empresas y sensatez*, 51, 6, 1-16.
- Mukherji, S. (2011). THE CAPITAL ASSET PRICING MODEL’S RISK-FREE RATE. *The International Journal of Business and Finance Research*, 5(2), 75–83.
- Novy-Marx, R., (2013). The other side of value: The gross profitability premium. *Journal of Financial Economics* 108, 1–28.
- S&P Dow Jones Indices, Gunzberg, J., & Edwards, T. (2018) TalkingPoints.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 19 (3), 425–442.
- Soler, P. (2022). La Fed sube los tipos y prevé seis aumentos más este año para reducir la inflación. *El Confidencial*.
- Stattman, D. (1980). Book Values and Stock Returns. *The Chicago MBA: A Journal of Selected Papers* 4, 25– 45.
- Titman, S., Wei, K., Xie, F. (2004). Capital investments and stock returns. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 39, 677–700.
- Tobin, J. (1958). Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. *The Review of Economic Studies*, XXV, 65-86.
- Van Horne, J. C. (2002). *Financial Management Policy*. Jersey: Prentice Hall: 60 - 228.

7. Anexo

Índice tablas anexo

Gráfico anexo 1: Rendimientos observados cartera de empresas del sector clásico que reparten dividendos.....	61
Gráfico anexo 2: Rendimientos observados de la cartera de empresas del sector tecnológico que no reparten dividendo	62
Gráfico anexo 3: Estimación de las betas de mercado para las compañías de la cartera 1 ..	63
Gráfico anexo 4: Estimación de las betas de mercado para las compañías de la cartera 2 .	64
Gráfico anexo 5: Rendimientos esperados con el modelo CAPM para activos del porfolio 1	65
Gráfico anexo 6: Rendimientos esperados con el modelo CAPM para activos del porfolio 2	66
Gráfico anexo 7: Comparación rendimiento observado vs rendimiento esperado empresas porfolio 1	67
Gráfico anexo 8: Comparación rendimiento observado vs rendimiento esperado empresas porfolio 2	68
Gráfico anexo 9: Betas modelo 3 factores y R ² ajustado comparando CAPM vs 3 Factores porfolio 1	69
Gráfico anexo 10: Betas modelo 3 factores y R ² ajustado comparando CAPM vs 3 Factores porfolio 2	70
Gráfico anexo 11: Betas del modelo de cinco factores y R ² ajustado del modelo 5 factores vs 3 factores y CAPM para cartera 1	71
Gráfico anexo 12: Significatividad de las betas del modelo de cinco factores de Fama y French para la cartera 1	72
Gráfico anexo 13: Betas del modelo de cinco factores y R ² ajustado del modelo 5 factores vs 3 factores y CAPM para cartera 2	73
Gráfico anexo 14: Significatividad de las betas del modelo de cinco factores de Fama y French para la cartera 2	74

Gráfico anexo 15: Datos obtenidos para la estimación de los rendimientos	75
Gráfico anexo 16: Predicción de los rendimientos de la cartera 1	76
Gráfico anexo 17: Predicción de los rendimientos de la cartera 2	77

Gráfico anexo 1: Rendimientos observados cartera de empresas del sector clásico que reparten dividendos

Compañía	Rendimiento mensual observado	Rendimiento anualizado observado	Desviación típica mensual
Starbucks	1,45%	18,89%	6,12%
Bank of America	1,46%	19,06%	8,55%
Chevron	0,36%	4,37%	7,57%
Citigroup	0,55%	6,77%	9,60%
Coca cola	0,58%	7,23%	4,70%
Colgate	0,35%	4,22%	4,72%
Costco	1,93%	25,76%	5,21%
CVS	0,37%	4,52%	7,25%
Dover	1,61%	21,09%	6,88%
Exelon	0,65%	8,15%	5,17%
Exxon	-0,20%	-2,40%	7,43%
FedEx	0,85%	10,63%	8,63%
Ford	0,76%	9,54%	8,92%
Gap	-0,01%	-0,14%	13,57%
General Electric	-0,38%	-4,48%	9,98%
Goldman Sachs	1,19%	15,26%	8,35%
Walmart	0,75%	9,38%	5,14%
Nike	1,65%	21,77%	6,32%
Pepsi	0,80%	10,00%	4,43%
Kellog	0,11%	1,29%	4,65%
Kinder Morgan	-0,79%	-9,03%	8,30%
Kraft	-0,23%	-2,68%	9,03%
Mc Donalds	1,42%	18,39%	4,78%
P&G	0,81%	10,16%	4,43%
Phillip Morris	0,44%	5,42%	6,76%
JP Morgan	1,35%	17,39%	6,70%
Mondelez	0,86%	10,78%	5,17%
Media	0,69%	8,94%	6,98%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 2: Rendimientos observados de la cartera de empresas del sector tecnológico que no reparten dividendo

Compañía	Rendimiento mensual observado	Rendimiento anualizado observado	Desviación típica mensual
Tesla	5,17%	83,04%	17,60%
Biogen	0,17%	2,02%	9,67%
Walt Disney	0,82%	10,31%	7,48%
TripAdvisor	-0,07%	-0,85%	14,46%
Adobe	2,73%	38,09%	6,73%
Alphabet	2,27%	30,97%	6,48%
Amazon	3,19%	45,77%	8,19%
AMD	6,05%	102,31%	16,25%
Booking	1,26%	16,24%	8,67%
DXC Technology	1,50%	19,56%	14,30%
Expedia	1,48%	19,23%	10,67%
F5 Networks	1,05%	13,32%	7,82%
Meta	2,02%	27,18%	7,51%
Netflix	3,60%	52,78%	10,91%
PayPal	2,36%	32,36%	8,22%
Qorvo	1,75%	23,14%	11,64%
Regeneron Pharma	1,00%	12,68%	9,76%
Salesforce	2,05%	27,54%	8,12%
Synopsys	2,75%	38,48%	6,45%
Twitter	1,23%	15,75%	14,45%
ANSYS	2,06%	27,72%	6,67%
Arista Networks	3,38%	49,03%	11,34%
Autodesk	2,32%	31,70%	10,07%
Keysight Technologies	2,44%	33,55%	7,61%
VeriSign	2,01%	27,00%	6,49%
Zebra Technologies	3,05%	43,37%	10,94%
ServiceNow	3,08%	43,97%	8,70%
Media	2,25%	32,08%	9,90%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 3: Estimación de las betas de mercado para las compañías de la cartera

1

Compañía	Beta	Significativo ²	R cuadrado ajustado	Tipo activo
Walmart	0,41	**	10,16%	Defensivo
Exelon	0,45	**	12,29%	Defensivo
Kraft	0,83	**	14,12%	Defensivo
P&G	0,44	**	16,72%	Defensivo
General Electric	1,02	**	17,79%	Neutro
Kellog	0,48	**	18,03%	Defensivo
CVS	0,78	**	19,62%	Defensivo
Gap	1,48	**	20,31%	Agresivo
Kinder Morgan	0,95	**	22,33%	Defensivo
Mc Donalds	0,60	**	26,98%	Defensivo
Starbucks	0,76	**	27,01%	Defensivo
Ford	1,13	**	27,58%	Agresivo
Nike	0,80	**	27,76%	Defensivo
Costco	0,67	**	28,46%	Defensivo
Phillip Morris	0,88	**	29,09%	Defensivo
Colgate	0,61	**	29,21%	Defensivo
Mondelez	0,70	**	32,21%	Defensivo
Coca cola	0,67	**	35,62%	Defensivo
Pepsi	0,63	**	35,66%	Defensivo
FedEx	1,34	**	42,30%	Agresivo
Exxon	1,18	**	44,08%	Agresivo
Chevron	1,23	**	46,73%	Agresivo
JP Morgan	1,11	**	48,60%	Agresivo
Goldman Sachs	1,45	**	53,59%	Agresivo
Bank of America	1,51	**	55,02%	Agresivo
Citigroup	1,74	**	58,00%	Agresivo
Dover	1,34	**	67,26%	Agresivo

Fuente: Elaboración propia

² Se considera estadísticamente significativo un P-valor menor a 0,05 (*) y estadísticamente muy significativo un P-valor menor a 0,01 (**). Un P-valor mayor a 0,05 no se considera estadísticamente significativo (NA).

Gráfico anexo 4: Estimación de las betas de mercado para las compañías de la cartera

2

Compañía	Beta	Significativo ³	R cuadrado ajustado	Tipo activo
Biogen	0,44	NA	2,60%	Defensivo
Regeneron Pharma	0,46	NA	2,83%	Defensivo
Twitter	0,84	*	4,92%	Defensivo
Netflix	0,77	**	7,72%	Defensivo
Arista Networks	1,16	**	17,73%	Agresivo
Tesla	1,82	**	18,09%	Agresivo
TripAdvisor	1,58	**	20,23%	Agresivo
Qorvo	1,28	**	20,51%	Agresivo
AMD	2,02	**	26,65%	Agresivo
F5 Networks	1,02	**	29,48%	Neutro
Verisign	0,86	**	30,66%	Defensivo
Amazon	1,10	**	31,31%	Agresivo
PayPal	1,12	**	34,03%	Agresivo
Salesforce	1,14	**	34,42%	Agresivo
ANSYS	1,13	**	34,42%	Agresivo
Expedia	1,51	**	34,88%	Agresivo
Zebra Technologies	1,55	**	34,95%	Agresivo
ServiceNow	1,12	**	34,95%	Agresivo
Adobe	0,99	**	37,59%	Neutro
Booking	1,28	**	38,09%	Agresivo
DXC Tehcnology	2,13	**	38,68%	Agresivo
Meta	1,12	**	39,09%	Agresivo
Autodesk	1,56	**	42,01%	Agresivo
Keysight Technologies	1,00	**	42,01%	Neutro
Walt Disney	1,19	**	44,88%	Agresivo
Alphabet	1,05	**	46,35%	Agresivo
Synopsys	1,11	**	51,97%	Agresivo

Fuente: Elaboración propia

³ Ibid. P(1)

Gráfico anexo 5: Rendimientos esperados con el modelo CAPM para activos del
 portafolio 1

Compañía	Beta	Rendimiento anual CAPM
Walmart	0,41	6,08%
Exelon	0,45	6,60%
Kraft	0,83	11,73%
P&G	0,44	6,52%
General Electric	1,02	14,28%
Kellog	0,48	7,03%
CVS	0,78	11,02%
Gap	1,48	20,38%
Kinder Morgan	0,95	13,26%
Mc Donalds	0,60	8,59%
Starbucks	0,76	10,83%
Ford	1,13	15,64%
Nike	0,80	11,31%
Costco	0,67	9,53%
Phillip Morris	0,88	12,31%
Colgate	0,61	8,81%
Mondelez	0,70	10,02%
Coca cola	0,67	9,57%
Pepsi	0,63	9,07%
FedEx	1,34	18,49%
Exxon	1,18	16,31%
Chevron	1,23	17,06%
JP Morgan	1,11	15,46%
Goldman Sachs	1,45	20,01%
Bank of America	1,51	20,74%
Citigroup	1,74	23,79%
Dover	1,34	18,48%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 6: Rendimientos esperados con el modelo CAPM para activos del
 portolio 2

Compañía	Beta	Rendimiento anual CAPM
Biogen	0,44	6,57%
Regeneron Pharma	0,46	6,80%
Twitter	0,84	11,87%
Netflix	0,77	10,87%
Arista Networks	1,16	16,12%
Tesla	1,82	24,88%
TripAdvisor	1,58	21,64%
Qorvo	1,28	17,65%
AMD	2,02	27,53%
F5 Networks	1,02	14,22%
Verisign	0,86	12,12%
Amazon	1,10	15,28%
PayPal	1,12	15,56%
Salesforce	1,14	15,84%
ANSYS	1,13	15,74%
Expedia	1,51	20,74%
Zebra Technologies	1,55	21,27%
ServiceNow	1,12	15,63%
Adobe	0,99	13,79%
Booking	1,28	17,68%
DXC Tehcnology	2,13	28,96%
Meta	1,12	15,59%
Autodesk	1,56	21,40%
Keysight Technologies	1,00	13,91%
Walt Disney	1,19	16,56%
Alphabet	1,05	14,65%
Synopsys	1,11	15,38%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 7: Comparación rendimiento observado vs rendimiento esperado
empresas porfolio 1

Compañía	Rendimiento anualizado observado	Rendimiento anual CAPM
Kinder Morgan	-9,03%	13,26%
General Electric	-4,48%	14,28%
Kraft	-2,68%	11,73%
Exxon	-2,40%	16,31%
Gap	-0,14%	20,38%
Kellog	1,29%	7,03%
Colgate	4,22%	8,81%
Chevron	4,37%	17,06%
CVS	4,52%	11,02%
Phillip Morris	5,42%	12,31%
Citigroup	6,77%	23,79%
Coca cola	7,23%	9,57%
Exelon	8,15%	6,60%
Walmart	9,38%	6,08%
Ford	9,54%	15,64%
Pepsi	10,00%	9,07%
P&G	10,16%	6,52%
FedEx	10,63%	18,49%
Mondelez	10,78%	10,02%
Goldman Sachs	15,26%	20,01%
JP Morgan	17,39%	15,46%
Mc Donalds	18,39%	8,59%
Starbucks	18,89%	10,83%
Bank of America	19,06%	20,74%
Dover	21,09%	18,48%
Nike	21,77%	11,31%
Costco	25,76%	9,53%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 8: Comparación rendimiento observado vs rendimiento esperado
empresas portfolio 2

Compañía	Rendimiento anualizado observado	Rendimiento esperado CAPM
TripAdvisor	-0,85%	21,64%
Biogen	2,02%	6,57%
Walt Disney	10,31%	16,56%
Regeneron Pharma	12,68%	6,80%
F5 Networks	13,32%	14,22%
Twitter	15,75%	11,87%
Booking	16,24%	17,68%
Expedia	19,23%	20,74%
DXC Tehcnology	19,56%	28,96%
Qorvo	23,14%	17,65%
Verisign	27,00%	12,12%
Meta	27,18%	15,59%
Salesforce	27,54%	15,84%
ANSYS	27,72%	15,74%
Alphabet	30,97%	14,65%
Autodesk	31,70%	21,40%
PayPal	32,36%	15,56%
Keysight technologies	33,55%	13,91%
Adobe	38,09%	13,79%
Synopsys	38,48%	15,38%
Zebra technologies	43,37%	21,27%
ServiceNow	43,97%	15,63%
Amazon	45,77%	15,28%
Arista Networks	49,03%	16,12%
Netflix	52,78%	10,87%
Tesla	83,04%	24,88%
AMD	102,31%	27,53%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 9: Betas modelo 3 factores y R² ajustado comparando CAPM vs 3 Factores
porfolio 1

Compañía	Beta RM	Significativo ⁴	Beta SMB	Significativo	Beta HML	Significativo	R ² ajustado 3 Factores	R ² ajustado CAPM
Kraft	0,775	**	0,00	NA	0,05	NA	15,00%	14,12%
Exelon	0,453	**	-0,03	NA	0,03	*	15,94%	12,29%
Walmart	0,490	**	-0,05	**	-0,01	NA	16,93%	10,16%
CVS	0,785	**	-0,01	NA	0,01	NA	17,91%	19,62%
Kellog	0,516	**	-0,03	NA	0,00	NA	19,16%	18,03%
Gap	1,308	**	0,06	NA	0,08	*	24,75%	20,31%
P&G	0,510	**	-0,06	**	0,00	NA	26,65%	16,72%
Starbucks	0,794	**	-0,03	NA	0,01	NA	27,21%	27,01%
Nike	0,817	**	0,01	NA	-0,03	NA	28,14%	27,76%
General Electric	0,830	**	0,09	*	0,07	*	28,96%	17,79%
Colgate	0,677	**	-0,03	*	-0,02	NA	33,54%	29,21%
Kinder Morgan	0,785	**	0,07	*	0,06	**	34,00%	22,33%
Phillip Morris	0,940	**	-0,07	**	0,02	NA	34,14%	29,09%
Mc Donalds	0,646	**	-0,06	**	0,02	NA	36,88%	26,98%
Costco	0,768	**	-0,05	**	-0,04	**	39,77%	28,46%
FedEx	1,322	**	0,00	NA	0,02	NA	41,30%	42,30%
Mondelez	0,795	**	-0,07	**	0,00	NA	44,37%	32,21%
Ford	0,922	**	0,07	*	0,10	**	46,55%	27,58%
Pepsi	0,711	**	-0,06	**	0,00	NA	46,74%	35,66%
Coca cola	0,741	**	-0,08	**	0,02	NA	52,36%	35,62%
Chevron	1,104	**	0,03	NA	0,07	**	59,06%	46,73%
Exxon	1,014	**	0,07	**	0,07	**	60,44%	44,08%
Goldman Sachs	1,325	**	0,03	NA	0,07	**	63,65%	53,59%
Dover	1,324	**	-0,01	NA	0,03	*	68,29%	67,26%
JP Morgan	0,972	**	0,03	NA	0,09	**	71,00%	48,60%
Citigroup	1,559	**	0,05	*	0,10	**	72,78%	58,00%
Bank of America	1,353	**	0,03	NA	0,10	**	72,97%	55,02%
Media	0,898		-0,004		0,034		40,69%	32,09%

Fuente: Elaboración propia

⁴ Ibid. P(1)

Gráfico anexo 10: Betas modelo 3 factores y R² ajustado comparando CAPM vs 3 Factores
 portfolio 2

Compañía	Beta RM	Significativo ⁵	Beta SMB	Significativo	Beta HML	Significativo	R ² ajustado 3 Factores	R ² ajustado CAPM
Twitter	0,727	*	0,12	*	-0,03	NA	7,31%	4,92%
Biogen	0,388	NA	0,10	*	-0,05	NA	8,37%	2,60%
Netflix	0,861	**	0,00	NA	-0,08	*	11,22%	7,72%
Regeneron Pharma	0,498	*	0,07	NA	-0,11	**	15,63%	2,83%
Arista Networks	1,155	**	0,04	NA	-0,04	NA	17,52%	17,73%
Tesla	1,893	**	0,03	NA	-0,09	NA	18,92%	18,09%
TripAdvisor	1,394	**	0,11	*	0,04	NA	23,68%	20,23%
Qorvo	1,185	**	0,12	**	-0,05	NA	27,13%	20,51%
AMD	2,085	**	0,04	NA	-0,09	*	28,77%	26,65%
F5 Networks	0,931	**	0,04	NA	0,03	NA	32,11%	29,48%
Booking	1,262	**	-0,02	NA	0,03	NA	38,30%	38,09%
Verisign	0,936	**	0,00	NA	-0,06	**	38,37%	30,66%
Keysight technologies	0,924	**	0,09	**	-0,03	NA	38,45%	42,01%
Expedia	1,393	**	0,03	*	0,07	*	38,76%	34,88%
ServiceNow	1,201	**	0,03	NA	-0,09	**	39,39%	34,95%
Meta	1,173	**	-0,01	NA	-0,03	NA	39,72%	39,09%
Salesforce	1,238	**	-0,02	NA	-0,06	**	39,80%	34,42%
Zebra technologies	1,419	**	0,11	**	0,00	NA	40,09%	34,95%
DXC Tehcnology	1,979	**	0,06	NA	0,06	NA	41,02%	38,68%
PayPal	1,152	**	0,04	NA	-0,07	**	42,61%	34,03%
Autodesk	1,565	**	0,04	NA	-0,05	*	43,85%	42,01%
Walt Disney	1,160	**	0,02	NA	0,01	NA	44,25%	44,88%
Amazon	1,251	**	-0,03	NA	-0,09	**	47,48%	31,31%
Alphabet	1,116	**	-0,04	NA	-0,02	NA	48,36%	46,35%
Adobe	1,081	**	0,00	NA	-0,07	**	50,91%	37,59%
ANSYS	1,218	**	-0,01	NA	-0,06	**	59,85%	34,42%
Synopsys	1,166	**	0,01	NA	-0,06	**	61,08%	51,97%
Media	1,198		0,036		-0,037		34,92%	29,67%

Fuente: Elaboración propia

⁵ Ibid. P(1)

Gráfico anexo 11: Betas del modelo de cinco factores y R² ajustado del modelo 5 factores vs 3 factores y CAPM para cartera 1

Compañía	Beta RM	Beta SMB	Beta HML	Beta RMW	Beta CMA	R ² ajustado 5 factores	R ² ajustado 3F	R ² ajustado CAPM
Kraft	0,767	0,028	0,014	0,06	0,06	15,66%	15,00%	14,12%
Exelon	0,407	-0,017	0,026	0,05	0,00	17,41%	15,94%	12,29%
Walmart	0,552	-0,048	-0,022	0,01	0,05	17,97%	16,93%	10,16%
CVS	0,965	-0,008	-0,036	-0,01	0,16	26,37%	17,91%	19,62%
Kellog	0,501	-0,004	-0,021	0,07	0,05	27,19%	19,16%	18,03%
Gap	1,009	0,135	0,048	0,17	-0,05	27,94%	24,75%	20,31%
Nike	0,716	0,029	-0,026	0,04	-0,04	28,29%	28,14%	27,76%
General Electric	0,822	0,069	0,078	-0,07	-0,05	29,95%	28,96%	17,79%
Starbucks	0,637	0,004	0,014	0,08	-0,05	30,29%	27,21%	27,01%
Phillip Morris	1,004	-0,072	0,025	-0,02	0,02	32,32%	34,14%	29,09%
Colgate	0,690	-0,021	-0,028	0,03	0,04	33,92%	33,54%	29,21%
Mc Donalds	0,660	-0,052	0,023	0,02	0,02	36,34%	36,88%	26,98%
Kinder Morgan	0,867	0,079	0,015	0,00	0,10	36,57%	34,00%	22,33%
P&G	0,574	0,057	-0,100	0,04	0,08	37,48%	26,65%	16,72%
FedEx	1,262	0,008	0,020	0,02	-0,03	40,18%	41,30%	42,30%
Mondelez	0,892	-0,079	0,003	-0,02	0,05	44,59%	44,37%	32,21%
Ford	0,884	0,080	0,074	0,03	0,01	45,10%	46,55%	27,58%
Costco	0,727	-0,017	-0,053	0,08	0,03	46,59%	39,77%	28,46%
Coca cola	0,758	-0,070	0,030	0,01	0,00	49,34%	52,36%	35,62%
Pepsi	0,727	-0,040	-0,017	0,04	0,05	50,86%	46,74%	35,66%
Chevron	1,233	0,019	0,051	-0,04	0,08	61,09%	59,06%	46,73%
Exxon	1,125	0,048	0,046	-0,05	0,06	62,19%	60,44%	44,08%
Goldman Sachs	1,352	0,004	0,097	-0,08	-0,05	67,03%	63,65%	53,59%
Dover	1,292	-0,002	0,023	0,03	0,00	68,03%	68,29%	67,26%
Citigroup	1,588	0,014	0,128	-0,11	-0,07	77,91%	72,78%	58,00%
JP Morgan	1,008	-0,011	0,123	-0,10	-0,07	80,58%	71,00%	48,60%
Bank of America	1,381	-0,018	0,147	-0,11	-0,09	81,20%	72,97%	55,02%
Media	0,904	0,004	0,025	0,007	0,014	43,42%	40,69%	32,09%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 12: Significatividad de las betas del modelo de cinco factores de Fama y French para la cartera 1

Compañía	Significatividad ⁶ Beta RM	Significatividad Beta SMB	Significatividad Beta HML	Significatividad Beta RMW	Significatividad Beta CMA
Kraft	**	NA	NA	NA	NA
Exelon	**	NA	NA	NA	NA
Walmart	**	*	NA	NA	NA
CVS	**	NA	NA	NA	**
Kellog	**	NA	NA	**	NA
Gap	**	*	NA	*	NA
Nike	**	NA	NA	NA	NA
General Electric	**	NA	*	NA	NA
Starbucks	**	NA	NA	*	NA
Phillip Morris	**	*	NA	NA	NA
Colgate	**	NA	NA	NA	NA
Mc Donalds	**	**	NA	NA	NA
Kinder Morgan	**	**	NA	NA	*
P&G	**	NA	NA	*	**
FedEx	**	NA	NA	NA	NA
Mondelez	**	**	NA	NA	NA
Ford	**	*	**	NA	NA
Costco	**	NA	**	**	NA
Coca cola	**	**	*	NA	NA
Pepsi	**	*	NA	*	*
Chevron	**	NA	*	NA	*
Exxon	**	*	*	NA	*
Goldman Sachs	**	NA	**	**	NA
Dover	**	NA	NA	NA	NA
Citigroup	**	NA	**	**	*
JP Morgan	**	NA	**	**	**
Bank of America	**	NA	**	**	**

Fuente: Elaboración propia

⁶ Ibid. P(1)

Gráfico anexo 13: Betas del modelo de cinco factores y R² ajustado del modelo 5 factores vs 3 factores y CAPM para cartera 2

Compañía	Beta RM	Beta SMB	Beta HML	Beta RMW	Beta CMA	R ² ajustado 5 factores	R ² ajustado 3F	R ² ajustado CAPM
Biogen	0,507	0,060	-0,061	-0,08	0,04	7,89%	8,37%	2,60%
Twitter	0,477	0,127	0,006	-0,02	-0,19	10,99%	7,31%	4,92%
Regeneron Pharma	0,480	0,065	-0,112	-0,01	-0,01	12,94%	15,63%	2,83%
Arista Networks	1,176	0,048	-0,061	0,01	0,05	15,87%	17,52%	17,73%
Tesla	2,068	-0,004	-1,084	-0,04	0,10	17,51%	18,92%	18,09%
TripAdvisor	1,310	0,101	0,052	-0,05	-0,09	24,31%	23,68%	20,23%
Netflix	0,848	-0,072	0,015	-0,16	-0,20	24,43%	11,22%	7,72%
Qorvo	1,063	0,133	-0,061	0,01	-0,05	26,43%	27,13%	20,51%
AMD	2,335	-0,018	-0,102	-0,11	0,09	28,69%	28,77%	26,65%
F5 Networks	0,930	0,055	0,001	0,04	0,05	31,96%	32,11%	29,48%
Booking	1,231	-0,018	0,051	-0,02	-0,05	37,39%	38,30%	38,09%
Keysight technologies	0,793	0,099	-0,037	0,03	-0,06	38,02%	38,45%	42,01%
Verisign	0,852	0,011	-0,052	0,03	-0,04	38,05%	38,37%	30,66%
Expedia	1,229	0,063	0,064	0,05	-0,06	39,18%	38,76%	34,88%
DXC Tehcnology	1,975	0,040	0,066	-0,03	-0,03	39,48%	41,02%	38,68%
Meta	1,054	-0,001	-0,012	0,04	-0,07	40,66%	39,72%	39,09%
Zebra technologies	1,215	0,120	0,008	0,02	-0,13	42,56%	40,09%	34,95%
Walt Disney	1,155	0,010	0,022	-0,04	-0,03	44,45%	44,25%	44,88%
Salesforce	1,162	-0,046	-0,006	-0,04	-0,13	45,36%	39,80%	34,42%
PayPal	1,186	0,009	-0,049	-0,08	-0,06	46,48%	42,61%	34,03%
Autodesk	1,541	0,006	-0,007	-0,09	-0,11	47,90%	43,85%	42,01%
ServiceNow	1,217	-0,026	-0,035	-0,12	-0,12	49,35%	39,39%	34,95%
Amazon	1,304	-0,070	-0,053	-0,08	-0,06	51,05%	47,48%	31,31%
Alphabet	1,025	-0,040	0,020	0,00	-0,10	52,24%	48,36%	46,35%
ANSYS	1,191	-0,014	-0,047	0,00	-0,03	59,42%	59,85%	34,42%
Synopsys	1,128	0,011	-0,057	0,01	-0,02	60,34%	61,08%	51,97%
Adobe	0,960	-0,018	-0,028	-0,02	-0,14	60,37%	50,91%	37,59%
Media	1,163	0,023	-0,058	-0,029	-0,053	36,79%	34,92%	29,67%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 14: Significatividad de las betas del modelo de cinco factores de Fama y

French para la cartera 2

Compañía	Significatividad ⁷ Beta RM	Significatividad Beta SMB	Significatividad Beta HML	Significatividad Beta RMW	Significatividad Beta CMA
Biogen	NA	NA	NA	NA	NA
Twitter	NA	NA	NA	NA	*
Regeneron Pharma	NA	NA	**	NA	NA
Arista Networks	**	NA	NA	NA	NA
Tesla	**	NA	NA	NA	NA
TripAdvisor	**	NA	NA	NA	NA
Netflix	**	NA	NA	**	**
Qorvo	**	**	NA	NA	NA
AMD	**	NA	NA	NA	NA
F5 Networks	**	NA	NA	NA	NA
Booking	**	NA	NA	NA	NA
Keysight technologies	**	**	NA	NA	NA
Verisign	**	NA	**	NA	NA
Expedia	**	NA	*	NA	NA
DXC Tehcnology	**	NA	NA	NA	NA
Meta	**	NA	NA	NA	NA
Zebra technologies	**	**	NA	NA	*
Walt Disney	**	NA	NA	NA	NA
Salesforce	**	NA	NA	NA	**
PayPal	**	NA	*	*	NA
Autodesk	**	NA	NA	NA	*
ServiceNow	**	NA	NA	**	**
Amazon	**	**	*	*	NA
Alphabet	**	*	NA	NA	**
ANSYS	**	NA	**	NA	NA
Synopsys	**	NA	**	NA	NA
Adobe	**	NA	NA	NA	**

Fuente: Elaboración propia

⁷ Ibid. P(1)

Gráfico anexo 15: Datos obtenidos para la estimación de los rendimientos

Variables	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22	ene-23	feb-23
RM-RF	0,88%	2,41%	1,97%	0,75%	0,04%	0,81%	-1,92%	2,55%	-0,39%	0,42%	-0,33%	-0,23%
SMB	0,75%	0,53%	0,55%	0,19%	1,61%	0,99%	0,15%	2,12%	1,34%	-0,77%	0,26%	0,04%
HML	-2,36%	0,13%	-0,72%	0,20%	0,91%	0,31%	0,63%	0,36%	0,27%	1,05%	0,66%	0,43%
RMW	0,74%	-0,77%	-0,11%	1,01%	0,99%	-0,02%	0,80%	0,07%	1,18%	0,44%	-0,26%	1,11%
CMA	-0,70%	0,32%	-0,23%	-0,61%	1,18%	0,35%	1,13%	0,33%	0,62%	0,67%	-0,10%	-0,66%
RF	0,23%	0,21%	0,22%	0,22%	0,19%	0,19%	0,21%	0,19%	0,20%	0,21%	0,19%	0,20%
%RF	0,00%	-6,60%	1,67%	1,16%	-13,84%	1,74%	6,32%	-7,81%	4,27%	5,01%	-7,95%	2,85%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 16: Predicción de los rendimientos de la cartera 1

Compañía	Rendimiento predictivo CAPM	Rendimiento predictivo 3F	Rendimiento predictivo 5F
Kraft	6,18%	5,79%	5,78%
Exelon	3,44%	3,44%	3,15%
Walmart	3,15%	3,69%	4,16%
CVS	5,82%	5,84%	7,16%
Kellog	3,66%	3,90%	3,84%
Gap	10,85%	9,66%	7,63%
P&G	3,37%	3,83%	4,39%
Starbucks	5,67%	5,90%	4,81%
Nike	5,96%	6,09%	5,38%
General Electric	7,54%	6,24%	6,14%
Colgate	4,59%	5,05%	5,17%
Kinder Morgan	7,04%	5,91%	6,52%
Phillip Morris	6,54%	6,93%	7,38%
Mc Donalds	4,52%	4,82%	4,94%
Costco	5,02%	5,69%	5,46%
FedEx	9,84%	9,72%	9,30%
Mondelez	5,24%	5,87%	6,57%
Ford	8,33%	6,90%	6,64%
Pepsi	4,74%	5,28%	5,44%
Coca cola	5,02%	5,49%	5,62%
Chevron	9,05%	8,18%	9,09%
Exxon	8,69%	7,55%	8,33%
Goldman Sachs	10,64%	9,77%	9,90%
Dover	9,84%	9,72%	9,51%
JP Morgan	8,19%	7,23%	7,41%
Citigroup	12,72%	11,46%	11,60%
Bank of America	11,07%	9,97%	10,08%
Media	6,92%	6,66%	6,72%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico anexo 17: Predicción de los rendimientos de la cartera 2

Compañía	Rendimiento predictivo CAPM	Rendimiento predictivo 3F	Rendimiento predictivo 5F
Twitter	6,25%	5,51%	3,68%
Biogen	3,37%	3,05%	3,85%
Netflix	5,74%	6,38%	6,16%
Regeneron Pharma	3,51%	3,82%	3,68%
Arista Networks	8,55%	8,54%	8,70%
Tesla	13,30%	13,83%	14,91%
TripAdvisor	11,57%	10,31%	9,66%
Qorvo	9,41%	8,80%	7,92%
AMD	14,74%	15,22%	16,95%
F5 Networks	7,54%	6,93%	6,96%
Booking	9,41%	9,28%	9,04%
Verisign	6,39%	6,93%	6,34%
Keysight technologies	7,40%	6,90%	5,97%
Expedia	11,07%	10,26%	9,11%
ServiceNow	8,26%	8,85%	8,86%
Meta	8,26%	8,63%	7,78%
Salesforce	8,41%	9,08%	8,49%
Zebra technologies	11,36%	10,48%	9,01%
DXC Tehcnology	15,53%	14,49%	14,43%
PayPal	8,26%	8,50%	8,69%
Autodesk	11,43%	11,48%	11,23%
Walt Disney	8,77%	8,56%	8,50%
Amazon	8,12%	9,17%	9,49%
Alphabet	7,76%	8,21%	7,54%
Adobe	7,33%	7,97%	7,06%
ANSYS	8,33%	8,95%	8,75%
Synopsys	8,19%	8,59%	8,32%
Media	8,82%	8,84%	8,56%

Fuente: Elaboración propia

